Sistemas de Controle Industrial GE

GEEP-332-P

Instruções

Custom 8000?

Motor e Gerador Síncrono Horizontal

Excitatriz sem Escovas
Totalmente Selado Refrigerado Água-Ar

Mancal de Bucha

Estas Instruções não tem a intenção de cobrir todos os detalhes ou variações no equipamento nem preparar para toda possível eventualidade a serem atendidas relacionadas com a instalação, operação ou manutenção. Caso seja necessário informações adicionais ou caso ocorram problemas em particular que não estejam suficientemente cobertos pelos propósitos do comprador, este caso deve ser encaminhado para Sistemas de Controle Industrial GE. Custom 8000? é uma marca de comércio registrada da General Electric Company.

ÍNDICE

Introdução

Geral

O objetivo deste manual de instruções é fornecer uma descrição do produto e sugestões úteis para recepção, manuseio, armazenamento, instalação, operação e manutenção da unidade juntamente com informações gerais úteis. Embora todo o cuidado tenha sido tomado na elaboração deste manual de instruções para assegurar sua precisão técnica, nenhuma responsabilidade será assumida de qualquer modo pela General Electric por quaisquer conseqüências de sua utilização. Caso sejam necessárias quaisquer informações adicionais, contate a General Electric.

Este manual de instruções deve estar disponível para todas as pessoas envolvidas na instalação e operação da unidade. Este deve ser consultado antes de iniciar qualquer intervenção na unidade.

Cuidados de Segurança e Alertas

Para o equipamento coberto por este manual de instruções, é importante observar os cuidados de segurança para proteger as pessoas de possíveis ferimentos. Entre várias considerações, as pessoas devem ser instruídas para:

?? evitar o contato com os circuitos energizados ou partes giratórias.

?? evitar desviar ou desativar qualquer proteção ou dispositivos de proteção.

?? evitar a longa exposição muito próxima ao maquinário com altos níveis de ruído.

?? utilizar os cuidados e procedimentos adequados no manuseio, içamento, instalação, operação e manutenção do equipamento.

?? antes da operação, recolocar quaisquer coberturas que tenham sido removidas para inspeção.

Práticas seguras de manutenção com pessoas qualificadas são primordiais. Antes de iniciar os procedimentos de manutenção, certifique-se que:

?? o equipamento conectado ao eixo não causará a rotação mecânica.

?? os enrolamentos da máquina principal e todos os dispositivos auxiliares associados à área de trabalho estejam sem energia e permaneçam desconectados da energia elétrica durante o período de manutenção.

Se o teste de isolação de alta tensão for necessário, os procedimentos e cuidados descritos nas Normas NEMA MG-1 e MG-2 devem ser seguidos.

A falha no aterramento adequado da carcaça deste mecanismo pode causar sérios ferimentos pessoais. O aterramento deve estar de acordo com a Norma Elétrica Nacional e totalmente coerente com as práticas locais de ruídos.

> ***ALERTA:*** *A ALTA TENSÃO E PARTES GIRATÓRIAS PODEM CAUSAR SÉRIOS FERIMENTOS.*
> *A UTILIZAÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO, COMO TODAS AS OUTRAS UTILIZAÇÕES DE ENERGIA CONCENTRADA E PARTES GIRATÓRIAS, PODEM SER PERIGOSAS. A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO DEVE SER EXECUTADA SOMENTE POR PESSOAL QUALIFICADO. É RECOMENDADO A FAMILIARIDADE COM A PUBLICAÇÃO MG-2, PADRÃO DE SEGURANÇA PARA CONSTRUÇÃO E GUIA PARA SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MOTORES E GERADORES ELÉTRICOS, NORMA ELÉTRICA NACIONAL E PRÁTICAS LOCAIS DE RUÍDOS.*

Publicações de Referência e Normas

ANSI/NEMA MG-2	Normas de Segurança para construção e Guia para seleção, instalação e Utilização de Motores e Geradores Elétricos.
ANSI C50.10	Exigências Gerais para Mecanismos Síncronos.
IEEE 1	Princípios Gerais para Limites de Temperatura na avaliação de Equipamentos Elétricos.
IEEE 85	Procedimentos de Testes para Medição de Ruído Aéreo em Maquinário Rotativo.
IEEE 112	Procedimentos de Testes para Geradores e Motores de Indução Multifase.
IEEE 115	Procedimentos de Testes para Mecanismos Síncronos.

As Normas podem ser obtidas por escrito nos seguintes endereços:

National Electrical Manufacturers Association
2101 Street, N.W.
Washington, DC 20037

American National Standards Institute
1430 Broadway
New York, NY 10018
Attention: Sales Department

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
445 Hoes Lane
Piscataway, NJ 08854
Attention: Publication Sales

Considerações de Garantia

A cobertura de garantia aplicável ao equipamento especificada em "Identificação da Unidade" pode ser encontrada no contrato de venda correspondente.

O equipamento deve ser operado de acordo com as especificações da placa de dados, normas e códigos aplicáveis e em concordância com este manual de instruções para que a garantia tenha efeito durante seu período de vigência.

Caso ocorra quaisquer divergências ou circunstâncias não cobertas por este manual de instruções, ou caso ocorra algum problema, entre em contato com o representante de Serviços Técnicos General Electric mais próximo.

Recepção, Manuseio e Armazenamento

Recepção

Sempre que possível, a máquina é despachada da fábrica como uma unidade montada e pronta para instalação. Sapatas (ou trilhos), se solicitados, são fixados aos pés da máquina. Eventualmente alguns acessórios são despachados separadamente. Verifique cuidadosamente a lista completa da remessa para assegurar que todos os itens tenham sido recebidos. Cada unidade deve ser cuidadosamente inspecionada no recebimento. Qualquer dano deve ser fotografado, documentado e comunicado imediatamente ao transportador e ao representante General Electric mais próximo.

Manuseio

A máquina deve ser erguida somente através das quatro ressaltos de içamento, localizadas na carcaça. Se os acoplamentos ou outros acessórios desbalancearem a carga, uma correia de suspensão deve ser utilizada para evitar a inclinação ou rotação. Devem ser utilizados separadores com as correias engatadas nos ressaltos de içamento para evitar danos na cobertura superior durante o içamento da máquina.

> ***ALERTA:*** *OS RESSALTOS DE IÇAMENTO NA CARCAÇA FORAM PROJETADOS PARA LEVANTAR SOMENTE A MÁQUINA.*
>
> *NÃO UTILIZE-OS PARA LEVANTAR EQUIPAMENTOS ACOPLADOS COMO BOMBAS, COMPRESSORES, ENGRENAGENS OU OUTROS EQUIPAMENTOS. NÃO UTILIZE OS RESSALTOS DE IÇAMENTO DA MÁQUINA PARA LEVANTAR OS EQUIPAMENTOS NA MESMA BASE. LEVANTE O CONJUNTO COM UMA CORREIA AO REDOR DA BASE OU POR OUTROS MEIOS DE IÇAMENTO DISPONÍVEIS NA BASE. PARA CARGAS DESBALANCEADAS (COMO ACOPLAMENTOS OU OUTROS ACESSÓRIOS), CORREIAS ADICIONAIS OU OUTROS MEIOS EFICAZES DEVEM SER UTILIZADOS PARA EVITAR A INCLINAÇÃO. NÃO TENTE LEVANTAR A MÁQUINA COMPLETA UTILIZANDO OS OLHAIS NOS FUROS NA COBERTURA SUPERIOR.*
>
> *A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODE PROVOCAR DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.*

Sempre erga ou movimente a unidade com todos os parafusos de montagem, parafusos e prisioneiros montados, presa com a trava do eixo em sua posição quando fornecida (somente em máquinas com mancal). As máquinas com rolamentos lubrificados a óleo são despachadas sem óleo.

Armazenamento

Se, no momento da aquisição, for especificado que o motor ficará embalado por um longo tempo de armazenamento, a embalagem deve permanecer intacta durante o período de armazenamento.

Se a máquina não for colocada em funcionamento imediatamente, devem ser tomadas precauções adequadas para protegê-la durante o armazenamento. As seguintes instruções são fornecidas como um guia para armazenamento. O total cumprimento destas instruções é exigido para a manutenção da garantia.

Durante a fabricação, testes e preparação para despacho, são tomadas precauções básicas pela fábrica para proteger os suportes do mancal e a extensão do eixo contra a corrosão. A extensão do eixo é tratada com uma alta cobertura de um inibidor de ferrugem. Todas as máquinas com mancais lubrificados a óleo são acionadas e testadas na fábrica com um óleo inibidor de ferrugem no sistema de lubrificação. Embora as máquinas sejam despachadas sem óleo, uma película inibidora de ferrugem permanece nas superfícies críticas dos mancais durante o transporte e por até três meses em armazenamento normal. Entretanto, quando a máquina for recebida, os reservatórios de óleo do mancal devem ser abastecidos até o nível correto de óleo com um óleo inibidor de ferrugem de boa qualidade (Veja a seção "Recomendações de Óleo Lubrificante").

Máquinas lubrificadas com graxa tem seus mancais selados na fábrica e não é necessário nenhuma manutenção adicional nos mancais durante o armazenamento.

Para locais de armazenagem internos secos e limpos, gire o eixo de todas as máquinas de dois mancais em intervalos trimestrais, de modo a cobrir completamente os suportes com uma película fresca de óleo.

Máquinas equipadas com escovas devem ter as escovas suspensas em seus suportes de modo que não entrem em contato com os coletores.

A armazenagem externa não é recomendada. Além de todas as possibilidades das condições de tempo externas, condições de instalação, condições ambientais, etc., que podem afetar uma máquina ociosa, as variações na temperatura e umidade podem causar a condensação por toda a unidade, provocando ferrugem e corrosão nas partes metálicas, bem como a deterioração da isolação elétrica. Se o armazenamento externo não puder ser evitado, entre em contato com a fábrica através do representante General Electric mais próximo fornecendo informações completas das circunstâncias e explicando os passos a serem tomados para proteger a máquina. A falha na proteção da máquina pode invalidar a garantia.

A instalação de armazenamento deve proporcionar proteção contra o contato com chuva, granizo, neve, nuvem de areia ou sujeira, acúmulos de água no piso, fumaça corrosiva e infestação por vermes ou insetos. Forte vibração do solo, intermitente ou contínua devem ser evitados. Instalação elétrica para aquecimento e iluminação devem ser providenciados. Deve existir detector de incêndio e plano de incêndio. As máquinas não devem ser armazenadas em locais onde estas sejam responsáveis por danos acidentais ou expostas à respingos de solda, exaustão de gases ou sujeira. Se necessário, construa proteções adequadas ou muros separadores para proporcionar a devida proteção. Evite armazenar em um ambiente contendo gases corrosivos, particularmente cloro, dióxido de enxofre e óxidos nitrosos.

A máquina em estoque deve estar protegida da condensação de umidade nos enrolamentos e outras partes críticas. Para prevenir a condensação, energize os aquecedores de ambiente da máquina para manter a temperatura da máquina acima da temperatura local em pelo menos 3°C. Durante períodos de frio extremo ou rápida diminuição na temperatura, os aquecedores de ambiente podem não ser apropriados para manter este diferencial de temperatura. Portanto, aquecedores de ambiente complementares de segurança serão necessários.

A máquina em estoque deve ser inspecionada periodicamente e os registros de inspeção arquivados. Os seguintes testes e inspeções são projetados para detectar a deterioração ou falha nos sistemas protetores (proteção, revestimentos e controle de temperatura) da máquina sem demora. Inspecione a área de armazenamento para que esteja de acordo com os critérios acima e inspecione a máquina armazenada nos seguintes pontos:

1. Danos físicos.
2. Limpeza.
3. Sinais de condensação.
4. Integridade do revestimento protetor.
5. Condições da pintura - descoloração.
6. Sinais de vermes ou ação de insetos.
7. Operação satisfatória do aquecedor de ambiente. É recomendado que um sistema de alarme esteja no local para operar na interrupção da energia dos aquecedores de ambiente. Os alarmes devem responder imediatamente.
8. Registre a temperatura ambiente e umidade relativa ao redor da máquina, a temperatura do enrolamento (utilizando RTDs), a resistência da isolação e o índice de polarização. Consulte a seção "Resistência de Isolação" na página 16 para informações de como determinar a resistência de isolação e índice de polarização.

A experiência mostra que os cuidados adequados durante o armazenamento evitam a deterioração dispendiosa das partes e procedimentos extensos de manutenção na instalação e inicialização.

Instalação

Local

A localização do equipamento conectado determina a localização geral da máquina. Motores e geradores, no entanto requerem grandes volumes de ar limpo para refrigeração e estas máquinas tem exigências ambientais que devem ser consideradas.
São estas:

1. Um local bem ventilado e limpo.

2. O local da máquina deve ser coerente com a localização, condições ambientais e ambiente.

3. Se o local não estiver relativamente livre de poeira e partículas, a máquina deve ter filtros de ar ou em casos mais graves, a máquina deve ser fechada.

4. Outros equipamentos, paredes, construções, etc. não devem limitar a ventilação da máquina ou permitir a recirculação do ar de ventilação.

5. Espaço adequado ao redor da máquina para manutenção normal.

6. Espaço superior adequado para a remoção da cobertura superior.

7. Um ambiente livre de gases corrosivos e líquidos (ambos, ácidos e bases).

   ALERTA: *A INSTALAÇÃO DA MÁQUINA ONDE RISCO DE INCÊNDIOS OU VAPORES E/OU POEIRA COMBUSTÍVEIS APRESENTEM A POSSIBILIDADE DE EXPLOSÃO OU INCÊNDIO DEVEM ESTAR EM CONCORDÂNCIA COM A NORMA ELÉTRICA NACIONAL, ARTIGOS 500-503 E COERENTES COM AS PRÁTICAS LOCAIS DE RUÍDO. UM EXTREMO CUIDADO É EXIGIDO PARA MÁQUINAS FORNECIDAS COM ANEL COLETOR DE ALOJAMENTO À PROVA DE INCÊNDIO-POEIRA, DISPOSITIVO ACESSÓRIO OU CAIXA DE CONDUÍTE, UMA VEZ QUE QUAISQUER CORTES OU REBARBAS DURANTE A DESMONTAGEM E MONTAGEM PODEM DESTRUIR AS CARACTERÍSTICAS À PROVA DE EXPLOSÃO OU À PROVA DE INCÊNDIO/POEIRA.*

   SE A POEIRA INFLAMÁVEL OU FIAPOS ESTIVEREM PRESENTES, A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO AQUECEDOR AMBIENTE, SE FORNECIDO, NÃO DEVE EXCEDER 80% DA TEMPERATURA DE COMBUSTÃO. CONSULTE A FÁBRICA PARA INFORMAÇÕES SOBRE A TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE. NÃO DEVE-SE PERMITIR QUE POEIRA E/OU FIAPOS ACUMULEM AO REDOR DA SUPERFÍCIE DOS AQUECEDORES DE AMBIENTE.

   A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.

Base

As dimensões de montagem da máquina e a resistência mínima da base exigida para suportar a máquina adequadamente são fornecidas no croqui. Um desenho de esquema certificado é fornecido pela fábrica logo após o recebimento da solicitação e as informações acima são essenciais para o planejamento e construção da base.

Uma base corretamente construída é essencial para assegurar o correto alinhamento horizontal e vertical do equipamento acionador e acionado, suportar o peso, resistir a reação de torque, absorver quaisquer forças cíclicas ou dinâmicas geradas pelo equipamento acionador e para evitar a amplificação da vibração. Uma vez que a base adequada é uma exigência básica para a operação satisfatória, é recomendado que um técnico competente em projetos de fundações seja consultado.

Embora a adequação da fundação seja de responsabilidade do proprietário, as seguintes sugestões são fornecidas como guia. Uma base de concreto é preferível a qualquer outro tipo de base. Esta deve ser reforçada conforme exigido e deve se estender para baixo para ter uma base firme. O topo da base deve ser aproximadamente uma polegada menor do fundo permitido para reboco.

Se a máquina tiver que ser instalada em uma estrutura metálica ou no piso do prédio, o peso e exigências mínimas de resistência descritas no croqui devem ser atendidas. Também, a dinâmica do sistema estrutural inteiro, desde a máquina até a base da estrutura deve ser considerado.

Montagem

A máquina tem dois pés de montagem ao longo do comprimento, um em cada lado, consistindo de barras de aço usinado integradas à carcaça. Quando chumbadores ou sapatas são utilizadas, sua função é atuar como espaçadores entre a base atual e a unidade. Eles devem ser parte da base. Consequentemente, se eles forem utilizados, é importante que sejam firmemente fixados na base para suportar os torques aplicados e forças vibratórias normais. Também é primordial que estes sejam suportados uniformemente na base e estejam localizados em um plano nivelado.

Coloque a máquina sobre a base (sapatas, se utilizado) com seu eixo aproximadamente em linha com e a uma distância adequada do eixo da máquina a ser acoplada. Utilize os calços sob os pés para ajustar a altura correta do eixo. Consulte o desenho do croqui para informações sobre a localização dos calços, calços exigidos e profundidade. Quando este alinhamento preliminar estiver completo, instale os parafusos fixadores mas não aperte-os até que o alinhamento final tenha sido feito.

Alinhamento e Acoplamento

Geral

As máquinas com mancal são ajustadas na fábrica para que fiquem com uma folga final total de aproximadamente 1/2 polegada (geradores de 4 pólos tem uma folga total final de 3/4 de polegadas), com folga final de aproximadamente 1/4 de polegada nos dois sentidos do centro magnético. O centro magnético e os limites de folga final estão marcados no eixo por uma série de três pontos. O rotor irá girar no centro magnético com uma folga final de aproximadamente 1/4 de polegada em cada uma das direções. Os mancais não são projetados para suportar qualquer carga de empuxo externo. Consequentemente, acoplamentos osciladores limitados são recomendados para todas as unidades com mancal.

O acoplamento oscilador limitado permite um movimento axial relativo mas controlado entre as extremidades adjacentes dos dois eixos. Este movimento deve estar limitado (valor de 2xC na tabela e Fig. 1. abaixo) para ser menor que a folga axial do mancal da Máquina AC (valor de A + B na Fig. 1. abaixo), deste modo o acoplamento oscilador limitado executa sua função. Quando o alinhamento correto está implementado, o acoplamento evita que os colares do eixo, na extremidade interna de cada suporte, exerçam empuxo no mancal correspondente. As folgas recomendadas, em polegadas, para o acoplamento oscilador limitado são fornecidas na tabela 1.

POSIÇÃO DO EIXO	FOLGA FINAL DA MÁQUINA	__A__	__B__	__C__
Extremidades do eixo unidas	1/2	5/32	11/32	3/32
Extremidades do eixo separadas	1/2	11/32	5/32	0
Extremidades do eixo unidas	3/4	5/16	7/16	3/16
Extremidades do eixo separadas	3/4	7/16	5/16	0

Tabela 1 – Folgas Recomendadas

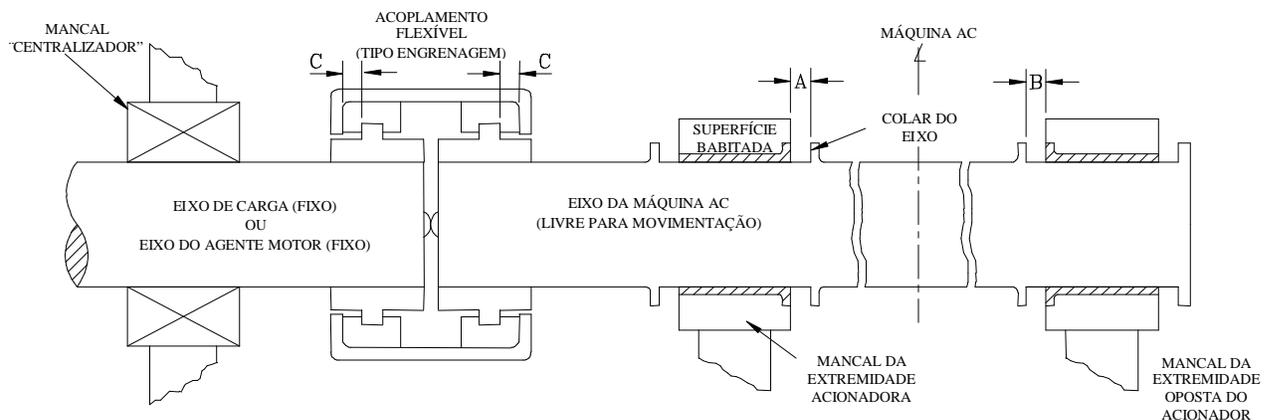
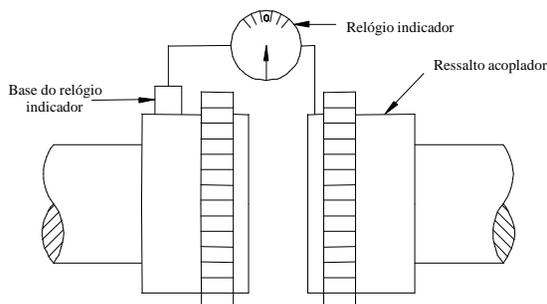



Fig. 1. Disposição do eixo para acoplamento oscilador limitado

Alinhamento Paralelo e Angular para Acoplamentos Flexíveis

Acoplamentos flexíveis não devem ser utilizados para compensar o alinhamento inicial inadequado de duas metades do acoplamento. Consulte as instruções fornecidas pelo fabricante do acoplamento flexível. As peças de acoplamento, como pinos, conexões, amortecedores e espaçadores devem ser removidos (dependendo do tipo de acoplamento) e as luvas devem ser movidas axialmente sobre o eixo para expor as partes dos ressaltos acionadores das metades do acoplamento. O espaçamento entre os ressaltos acopladores deve ser o recomendado pelo fabricante do acoplador.

O alinhamento paralelo e angular das duas metades de acoplamento pode ser realizado utilizando os procedimentos descritos abaixo, desde que os procedimentos não conflitem com as exigências fornecidas pelo fabricante do acoplamento. Se uma superfície vertical usinada não estiver acessível em uma ou ambas as metades acopladoras, cálibres ou blocos de folga podem ser substituídos pelos dois relógios indicadores na execução da verificação do alinhamento angular. As duas metades acopladoras devem estar alinhadas dentro de 0.001 polegada paralela e 0.0015 polegada de desalinhamento angular. Após as metades acopladoras flexíveis estarem alinhadas, o acoplamento deve ser lubrificado e montado de acordo com as instruções do fabricante do acoplamento.

Alinhamento Paralelo para Acoplamentos Flexíveis

Posicione o motor ou gerador sobre a base com o plano de seus pés horizontalmente como descrito anteriormente em "Montagem". Então, posicione axialmente o rotor em seu centro magnético utilizando as marcas ponteadas na extremidade acionadora. Posicione axialmente o motor com relação à máquina como descrito na seção "GERAL" nesta publicação.

Coloque o relógio indicador em um ressalto acoplador com o botão indicador na superfície circunferencial usinada do outro ressalto acoplador. Veja Fig. 2. Posicione o relógio indicador para zero. Marque o local do botão indicador com uma marca visível. Gire cada um dos dois eixos em incrementos de 90 graus e leia e registre sucessivamente as indicações do relógio quando o indicador estiver nas posições angulares do relógio 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00. O botão indicador deve ser posicionado na marca para cada leitura.

Ajuste a posição do eixo de modo que a diferença entre as duas leituras laterais (3:00 e 9:00) e entre as leituras superior e inferior (12:00 e 6:00) seja menor que 0.001 polegada. Isto pode exigir várias repetições. Diferenças laterais (3:00 e 9:00) são corrigidas pelo movimento lateral da unidade. Diferenças verticais (12:00 e 6:00) são corrigidas pela adição ou remoção apropriada dos calços de montagem. A localização correta do calço é mostrada no croqui. Note que o número total de calços em um determinado pacote de calços sob qualquer um dos pés não deve exceder a cinco, porque muitos calços podem proporcionar uma montagem "leve" naquele pé. Esta condição pode causar problemas dinâmicos.

Furos perfurados e estampados são fornecidos nos pés do motor ou gerador para parafusos de jaqueta como uma facilidade para o alinhamento. Note que os parafusos de jaqueta não devem ser utilizados para suporte permanente.

Fig. 2. Disposição do relógio indicador para alinhamento paralelo

Alinhamento Angular para Acoplamentos Flexíveis

Separe axialmente as metades do acoplador para sua abertura máxima. Coloque um relógio indicador em um ressalto de acoplamento com o botão indicador posicionado contra a superfície vertical usinada do outro ressalto de acoplamento. Instale um segundo relógio indicador no ressalto a 180 graus do primeiro. Veja a Fig. 3. Marque os locais dos botões indicadores com uma marca visível.

Posicione os dois relógios indicadores para zero. Então, com cada acoplador aberto ao máximo, gire as duas metades em incrementos de 90 graus. Leia e registre cada relógio indicador nas posições angulares 3:00, 6:00, 9:00 e 12:00 do eixo. A montagem de dois relógios indicadores, a 180 graus, é utilizada para corrigir o possível deslocamento axial de um eixo com relação ao outro. Utilize a diferença de leitura entre os dois indicadores para determinar o desalinhamento angular entre as duas metades de acoplamento.

Adicione ou remova os calços sob os pés conforme a necessidade para corrigir o desalinhamento no plano vertical. Um movimento lateral, angular da unidade é exigido para corrigir o desalinhamento no plano horizontal. Continue com o procedimento de alinhamento angular até que este não ultrapasse 0.0015 polegada. Isto pode exigir várias repetições.

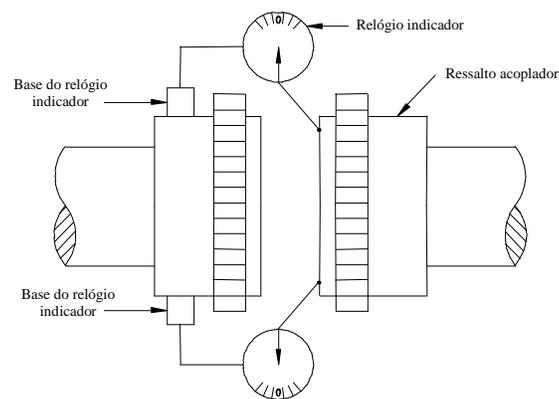



Fig. 3. Disposição do relógio indicador para alinhamento angular

Fiação e Aterramento

***ALERTA:** A FIAÇÃO DO MOTOR E CONTROLE, PROTEÇÃO DE SOBRECARGA E ATERRAMENTO DEVEM ESTAR EM CONCORDÂNCIA COM A NORMA ELÉTRICA NACIONAL E COERENTE COM AS PRÁTICAS DE RUÍDO LOCAL.*
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.

Conexões de energia

Os enrolamentos do estator são terminados na caixa de terminais de energia. As conexões à fiação do estator devem ser feitas de acordo com o diagrama de conexão do estator para a máquina ou com o diagrama de conexão mostrado na placa principal de identificação. O estator é enrolado para fornecer a rotação no sentido horário, olhando por trás do acionador e quando a seqüência de fase da tensão aplicada é T1, T2 e T3 (isto é, quando as fases de alimentação de energia conectado aos conectores de energia atingem o máximo positivo na seqüência acima). A direção da rotação pode ser alterada pela reversão de duas conexões quaisquer. No entanto, a máquina sempre deve girar no sentido horário quando vista pelo lado oposto ao acionador, a menos que esta tenha sido especificamente projetada para rotação oposta ou ambas as rotações, uma vez que os ventiladores ou outros dispositivos devem ser direcionais. As máquinas fornecidas com uma direção de rotação única tem uma seta na extremidade acionadora. Se o proprietário deseja operar o motor na rotação oposta ao padrão, primeiro confira a adequação com a fábrica através do representante General Electric mais próximo.

Antes que quaisquer conexões elétricas sejam feitas entre a máquina e a energia do proprietário ou cabos ou fios acessórios, é desejável a verificação da resistência de isolação do enrolamento para determinar se o enrolamento está suficientemente seco para uma operação segura. Veja a seção "Resistência de Isolação" na página 16. Esta verificação pode evitar um rompimento posterior das conexões elétricas.

As pontas do enrolamento do estator são acabadas com conectores para fixação nos conectores correspondentes ao cabo de alimentação de energia do proprietário. As conexões parafusadas devem ser isoladas apropriadamente, fase a fase e para terra.

O enrolamento do rotor dos motores de indução é terminado nos anéis coletores. As conexões externas para as cordoalhas das escovas devem ser feitas de acordo com o diagrama de conexão do rotor para a máquina ou com o diagrama de conexão fornecido no interior da cobertura do coletor. A corrente do enrolamento do motor na potência nominal com os anéis de contato curto-circuitados (isto é, nenhuma impedância externa no circuito do rotor), é mostrada na placa de identificação como "Secondary Amperes" (corrente secundária). A tensão anel-para-anel do enrolamento do rotor quando travado, é exibida na placa de identificação do motor como "Secondary Volts" (tensão secundária). Note que a máquina não deve ser conectada para frenagem ou outros motivos, por controles externos ao motor, a menos que a máquina tenha sido solicitada apropriadamente para esta tarefa. A conexão aumentará a tensão anel-para-anel para o dobro da placa de identificação. Portanto, a isolação do rotor deve estar projetada para este nível mais alto. Perguntas relacionadas a este assunto devem ser solicitadas ao representante General Electric mais próximo. Deve-se tomar cuidado para assegurar que isolantes com silício não sejam utilizados nos condutores secundários. Uma pequena quantidade de silício nesta área irá provocar o desgaste acelerado da escova.

Conexão dos Acessórios

Dependendo do equipamento específico fornecido, (veja descrição na placa de identificação) a máquina pode conter os seguintes acessórios:

?? Detectores de temperatura por resistência do enrolamento do estator, 2 por fase.

?? Detectores de temperatura por resistência do mancal.

?? Termoelementos de cobre-constantan no mancal

?? Capacidade de leitura da temperatura do mancal.

?? Capacidade de alarme da temperatura do mancal e contato de desligamento.

?? Aquecedores de ambiente, com temperatura máxima de superfície de 220°C ou 120°C.

?? Termostato do enrolamento do estator.

?? Aquecedores para reservatório de óleo do mancal. Chave para queda excessiva de pressão através dos filtros de ar.

?? Coletor de vibração do tipo de proximidade para vibração do eixo com ou sem medidores de proximidade (somente mancal de bucha).

?? Coletor de vibração de velocidade para vibração da tampa lateral (somente para mancais antifricção) com alarme luminoso e contatos.

Quando fornecido, todos os acessórios acima terão as terminações elétricas na caixa de terminais do acessório, exceto para o conector de vibração sísmica que tem suas terminações elétricas para os contatos no dispositivo localizado na tampa lateral.

Para todos os acessórios que tenham terminações elétricas na caixa de terminais do acessório, um Diagrama do Esquema e um Diagrama de Conexão dos Terminais do Acessório serão fornecidos no interior da cobertura da caixa de terminais do acessório. Esta cobertura vedada deve ser mantida fechada para evitar a entrada de umidade, poeira e partículas condutoras. A cobertura vedada deve também estar fechada para segurança elétrica, exceto quando necessário para executar o trabalho de conexão no interior da caixa.

Aterramento

Dois terminais de aterramento de aço inox são fornecidos na carcaça. Um em cada extremidade próximo ao pé. Um par de furos perfurados e estampados, com espaçamento NEMA e tamanho de 1/2"-13mm, são fornecidos em cada terminal de aterramento. Um terminal de aterramento de aço inox adicional é fornecido no interior da caixa de terminais de energia na área de passagem da conexão entre a caixa de terminal de energia e a carcaça. Estes terminais são utilizados para conexão de cabos de aterramento, cabo de blindagem, etc., conforme a exigência. Estes terminais de aterramento são também perfurados e estampados como descrito acima. A máquina deve ser aterrada de acordo com a Norma Elétrica Nacional e totalmente coerente com as práticas locais de ruídos.

Operação

Tensão e Freqüência de Operação

Variações nos valores de tensão e freqüência aplicadas ao estator diferentes dos valores nominais da placa de identificação resultarão na variação do desempenho da máquina. Torque, eficiência, fator de potência, aquecimento e corrente do estator serão alterados. Também, os níveis de ruído e vibração podem ser alterados. O torque varia como o quadrado da tensão; portanto, uma diminuição de 10 por cento na tensão diminuirá o torque em 19 por cento. Para o melhor desempenho operacional, a tensão e freqüência da placa de identificação devem ser mantidas.

A máquina irá operar com sucesso sob condições de trabalho e com carga nominal, com variações na tensão ou freqüência até os limites indicados abaixo:

1. Mais ou menos 10 por cento da tensão nominal, na freqüência nominal.

2. Mais ou menos 5 por cento da freqüência nominal, na tensão nominal.

3. Uma combinação da variação na tensão e freqüência de 10 por cento (soma dos valores absolutos) dos valores nominais, desde que a variação na freqüência não exceda mais ou menos 5 por cento de seu valor nominal.

O desempenho da máquina dentro destas variações de tensão e freqüência não estará de acordo com os valores estabelecidos para operação na tensão e freqüência nominais da placa de identificação.

Equilíbrio de Tensão Linha-a-Linha

Máquinas polifásicas são sensíveis ao desequilíbrio nas tensões de linha aplicadas. Se existir um desequilíbrio na tensão de linha aplicada, resultará no desequilíbrio das correntes de fase. O desequilíbrio resultante nas correntes irá, em geral, ser significativo. Por exemplo, a corrente de rotor travado será desequilibrada pela mesma porcentagem que a tensão, porém na velocidade de operação, a porcentagem de desequilíbrio da corrente será de 6 a 10 vezes a porcentagem de desequilíbrio da tensão. A Porcentagem de Desequilíbrio da Tensão é definida como segue:

$$\text{Porcentagem Desequilíbrio De Tensão} = \frac{\text{Derivação Máxima de Tensão}}{\text{Tensão Média}} \times 100$$

Onde a Tensão Média é a média aritmética das três linhas de tensão e a Derivação Máxima de Tensão é o maior desvio de tensão da linha a partir da média.

Linhas de tensão desequilibradas resultam a produção de seqüência negativa de corrente na máquina que produz campos que giram em uma direção contrária ao campo normal. Isto resulta em um aumento na corrente, perdas e aquecimento com a redução no torque, eficiência e fator de potência. Consequentemente, as tensões da linha devem estar equilibradas o mais próximo como pode ser determinado com um voltímetro.

Se existir um desequilíbrio de tensão na linha, a máquina poderá ser danificada e deve ser reduzido de acordo com a figura 20-2 da Norma NEMA MG-20.55, a fim de reduzir a possibilidade deste dano. Os fatores de redução, para os vários valores de desequilíbrio de tensão, são fornecidos abaixo:

% Desequilíbrio de Tensão	1	2	3	4	5
Fator de Operação	0.99	0.95	0.89	0.82	0.75

Em complemento, a seleção e ajuste do dispositivo de proteção de sobrecarga da máquina deve considerar o fator de redução e o aumento na corrente, resultante do desequilíbrio das linhas de tensão. Este é um procedimento difícil que deve ser feito por uma pessoa familiarizada com o ajuste de dispositivos de proteção para proteger corretamente a máquina. É recomendado que o representante General Electric mais próximo seja contatado se for necessário uma assistência.

Resistência de Isolação

ALERTA: *ANTES DE MEDIR A RESISTÊNCIA DE ISOLAÇÃO, A MÁQUINA DEVE ESTAR PARADA E TODOS OS ENROLAMENTOS SOB TESTE DEVEM ESTAR CONECTADOS À CARCAÇA E À TERRA POR UM PERÍODO PARA REMOVER TODA A CARGA ELETROSTÁTICA RESIDUAL.*

ATERRE OS CAPACITORES DE PICO, SE FORNECIDOS, ANTES DE DESCONECTAR E ISOLAR OS TERMINAIS ANTES DE MEDIR COM O MEGÔHMETRO.

A NÃO OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS PESSOAIS.

A resistência de isolação é determinada pela aplicação de uma tensão DC, tipicamente de 500 ou 1000 Volts, através da isolação, medindo-se o fluxo de corrente após a tensão ter sido aplicada por um período de tempo específico e então determinando-se a média da tensão para corrente. Devido ao fluxo de corrente ser baixo, o valor da resistência de isolação será melhor em termos de ohms. Consequentemente, megohms são utilizados como uma unidade prática.

Fatores que afetam a resistência de isolação são os seguintes:

1. Umidade
2. Limpeza da superfície de isolação
3. Temperatura
4. Período de tempo de aplicação da tensão DC de teste
5. Magnitude da tensão DC de teste aplicada

A magnitude da tensão de teste DC aplicada afeta ligeiramente somente o valor da resistência de isolação e o uso de um megôhmetro de 500 Volts ou 1000 Volts para os enrolamentos do estator (e um megôhmetro de 500 Volts para os enrolamentos do rotor) é adequado para as máquinas cobertas por este Manual de Instruções. As condições ambientais de umidade e limpeza da superfície, juntamente com a temperatura ambiente, determinam largamente o valor da resistência de isolação. A isolação deve estar limpa e seca e o valor medido deve ser corrigido para 40°C. Este valor é então comparado a um critério mínimo de aceitação.

A umidade e a sujeira diminuirão a resistência de isolação e estas condições devem ser corrigidas para aumentar a resistência de isolação.

A resistência de isolação de um enrolamento medido por um megôhmetro de 500 Volts ou um de 1000 Volts, com o teste aplicado por 1 minuto, não deve ser menor que:

onde :

R = KV + 1

R = Resistência de isolação em megohms, corrigida para a base de 40°C.

KV = Tensão nominal do enrolamento em quilovolts

Para converter a leitura atual da resistência de isolação do megôhmetro, R_t, obtida na temperatura ambiente do enrolamento em graus Celsius, para R, faça a seguinte conversão:

$$R = K_t R_t$$

O fator de correção de temperatura K_t, pode ser determinado por qualquer enrolamento específico ou pode ser utilizado uma aproximação razoável. Ambos os métodos serão descritos.

Para determinar o fator de correção de temperatura para um enrolamento específico, faça várias medições (pelo menos cinco) em várias diferentes temperaturas. Todas as quais estão acima do ponto de condensação. Então marque os resultados, com a resistência de isolação medida em uma escala logarítmica e a temperatura do enrolamento em uma escala linear. Os resultados devem se aproximar de uma linha reta, a partir da qual o valor da resistência de isolação a 40°C pode ser determinado.

Um método mais comum, com precisão razoável, é utilizar a curva (Fig. 1 a seguir) para determinar K_t como uma função da temperatura do enrolamento no momento da medição. Este é baseado no dobro da resistência de isolação para cada redução de 10°C na temperatura, para condições acima do ponto de condensação. Este foi considerado ser razoável para os novos enrolamentos.

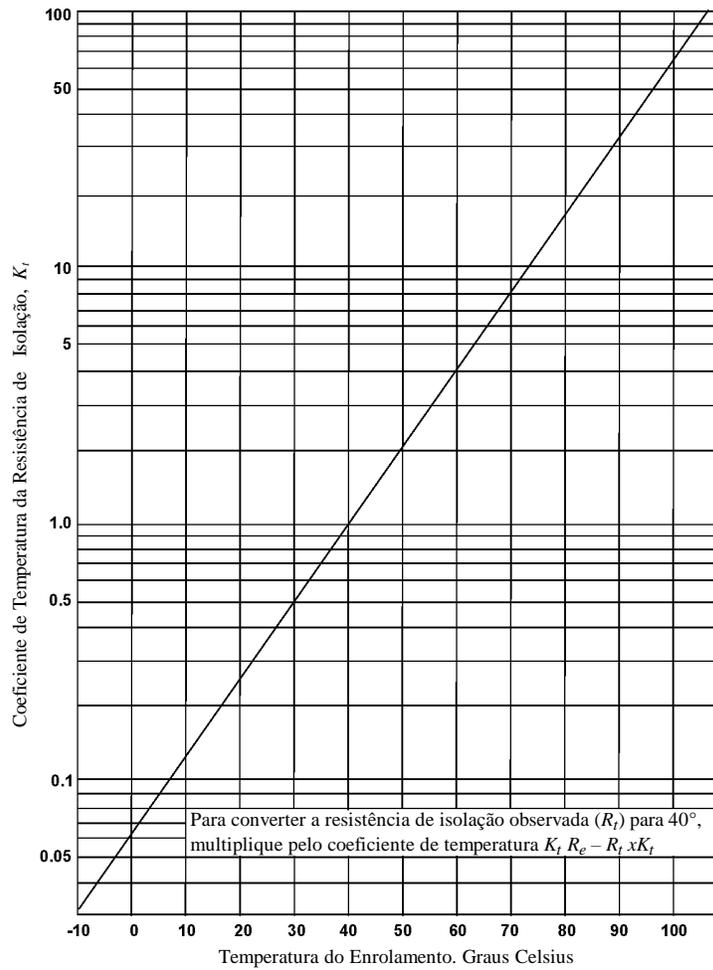



Fig. 1. Curva do fator de correção de temperatura

O índice de polarização normalmente é muito útil na avaliação da limpeza e ausência de umidade do enrolamento. O índice de polarização é uma medida da mudança na resistência de isolação com o tempo de duração para o qual o teste é aplicado. Este é realizado pela aplicação do megôhmetro por 10 minutos e determinando a resistência de isolação a 1 e 10 minutos. O índice de polarização na faixa de leitura de resistência de isolação de 10 minutos para a leitura de resistência de isolação em 1 minuto, ambas as leituras devem ter sido corrigidas para uma base de temperatura de 10°C. Enrolamentos limpos e secos devem exibir um índice de polarização 2 ou superior.

Cada enrolamento de cada unidade terá seu próprio histórico de resistência de isolação que é único para este. É recomendado que a resistência de isolação seja medida e registrada pelo menos a cada seis meses e mais freqüentemente se possível, e que o índice de polarização seja medido e registrado pelo menos uma vez por ano. Esta informação acumulativa fornecerá uma base de dados que será muito útil no gerenciamento da manutenção preventiva.

Consulte a Norma IEEE 43, Práticas Recomendadas para Teste de Resistência de Isolação de Máquinas Rotativas IEEE, para uma discussão mais completa sobre o assunto de Resistência de Isolação.

Inspeção Preliminar

Antes que a máquina seja ligada pela primeira vez, deve ser feita uma inspeção preliminar. Os seguintes são alguns dos itens freqüentemente inspecionados:

1. Meça a resistência de isolação dos enrolamentos. Para máquinas localizadas ou próximas de ambientes com maresia ou outros corrosivos, um índice de polarização também deve ser obtido.

2. Certifique-se que a tensão e a freqüência correspondam a placa de identificação.

3. Certifique-se que a seqüência de fase da tensão aplicada esteja correta para a direção de rotação desejada. Certifique-se que a direção de rotação desejada esteja de acordo com a placa de identificação.

4. Para máquinas totalmente seladas, refrigeradas à água, certifique-se que a temperatura da água de refrigeração não exceda o valor da placa de identificação.

5. O lubrificante utilizado deve estar de acordo com a placa de identificação e com este Manual de Instruções.

6. Certifique-se que os alojamentos do mancal nas máquinas com mancais autolubrificados tenham sido completados até o nível correto.

7. O fluxo de óleo para cada alojamento de mancal em máquinas de imersão ou lubrificação forçada deve ser ajustado de modo que o nível de óleo em cada alojamento do mancal seja mantido.

8. Todos os acessórios devem estar conectados e operacionais.

9. Todas os equipamentos de proteção e controle devem estar instalados e operacionais.

10. Os parafusos de fixação inferiores devem estar apertados e o chumbamento dos pés completado.

11. O alinhamento do acoplamento deve estar de acordo com as instruções anteriores.

12. O interior da carcaça do motor, cobertura superior, caixas de terminais e alojamento do ventilador (para Máquinas Totalmente Seladas, Refrigeradas Ar-para-Ar) devem estar livres de ferramentas, resíduos e outros materiais estranhos.

13. A abertura de ar da máquina deve estar livre de materiais estranhos.

14. As proteções devem estar em suas posições para proteger o pessoal de partes móveis, tais como acoplamentos, etc.

15. Paredes, obstáculos, outros equipamentos, proteções de acoplamento, etc., não devem obstruir o movimento de ar necessário exigido para ventilar adequadamente a máquina.

16. Qualquer condição de carga dos equipamentos acionadores que contribuam com sua carga de torque, em baixa velocidade, devem estar compatíveis com o torque inicial especificado para o motor (isto é, se for necessário iniciar o equipamento movido em uma condição sem carga, a fim de corresponder ao torque inicial especificado para o motor, então certifique-se que o equipamento acionado esteja apropriadamente descarregado).

17. Todas as coberturas devem estar instaladas e fixadas adequadamente. A cobertura da caixa de terminais e a caixa de terminais de acessórios devem estar fixadas adequadamente.

Execução do Teste Inicial

A corrente inicial do motor é várias vezes a corrente nominal. Esta corrente de partida faz com que os enrolamentos se aqueçam em uma taxa muito acima do normal, e faz com que as forças magnéticas nas espiras sejam várias vezes a normal. A seção desta publicação intitulada "Freqüência de Partida e Inércia da Carga" deve ser lida, uma vez que o usuário também deve considerar a verificação e ajuste de alguns equipamentos de proteção e controle neste momento. **As limitações na partida devem ser observadas a todo momento para evitar danos à máquina.**

Após certificar-se que a máquina e o restante do sistema estão prontos para operação, deve ser feita uma partida inicial controlada e executado um teste de trabalho para certificar-se que a unidade está corretamente instalada e operacional. Para esta execução, é recomendável que várias pessoas sejam alocadas apropriadamente a fim de observar quaisquer problemas. Os seguintes são os passos mínimos a serem tomados no teste de partida inicial. **Note que a máquina deve ser desligada imediatamente caso ocorra qualquer problema.**

1. Se também equipado, (veja desenho do croqui), inicie o sistema auxiliar de lubrificação e verifique o fluxo do óleo. Verifique também o intertravamento para certificar-se que a partida da máquina seja inibida, a menos que o sistema de lubrificação esteja funcionando e que a máquina seja desligada na falta de lubrificação.

2. Ligue a máquina (para um gerador, eleve até a velocidade com o agente motor).

3. Atente para qualquer ruído anormal durante a aceleração e rotação.

Somente máquinas com mancais lubrificados a óleo.

4. Observe o fluxo de óleo e/ou a ação do anel de lubrificação para cada mancal.

5. Certifique-se que o rotor gira no centro magnético.

6. Observe e registre a temperatura de cada mancal e a proporção em que cada um está aumentando. Inicialmente as temperaturas aumentarão rapidamente e então devem se estabilizar.

   NOTA: As temperaturas do mancal não devem exceder 95°C para cada mancal de bucha.

7. Observe a temperatura dos enrolamentos (Detectores de Temperatura por Resistência (RTDs) instalados por toda a máquina). Em nenhum caso os enrolamentos devem exceder a soma do aumento nominal na placa de identificação mais a projeção ambiente máxima.

8. Determine que a amplitude da vibração não seja excessiva (veja a seção intitulada "Vibração" nesta publicação). O desalinhamento deve ser o primeiro item a ser verificado se existir uma vibração inaceitável.

9. Certifique-se que todos os acessórios fornecidos com a máquina estejam funcionando normalmente e cumprindo consistentemente com a carga na máquina e sistema.

10. Certifique-se que todos os dispositivos de controle e proteção estejam funcionando normalmente e cumprindo consistentemente com a carga na máquina e sistema.

11. A máquina deve ser operada e observada o tempo todo, por pelo menos duas horas e deve estar livre de quaisquer problemas antes de ser liberada para a utilização normal.

12. Como afirmado anteriormente, **a máquina deve ser desligada imediatamente caso ocorra qualquer problema.** Caso ocorra qualquer problema, sua origem deve ser determinada e corrigida, e o teste de partida inicial deve ser repetido.

Vibração

Os motores e geradores da General Electric, cobertos por este Manual de Instruções, são balanceados na fábrica, de acordo com a Norma NEMA MG 1-20.52 e MG 1-20.53, para estarem dentro dos seguintes limites (a menos que especificado de outra maneira no contrato de venda).

Velocidade (RPM)	Amplitude Máxima Pico-a-Pico (pol.) no Alojamento do Mancal	Veloc. Máxima Pol./Seg., Pico Zero
3600	0.0005	.094
1800	0.0016	.15
1200	0.0024	.15
900 e abaixo	0.0025	.12

As medições da amplitude de vibração são feitas no alojamento do mancal e são tomadas nas posições vertical, horizontal e axial.

Se metade do acoplamento do proprietário for enviado para a fábrica para ser montado sobre a extensão do eixo da máquina, o rotor será balanceado com a metade do acoplamento instalada. Caso contrário, o rotor é balanceado com uma meia chaveta (isto é, o rasgo da chaveta é preenchido com uma barra de aço igual ao comprimento da chaveta mostrada no desenho a seguir e nivelada com o topo do rasgo da chaveta). A chaveta de eixo fornecida com as máquinas de 1500 rpm e superior é de comprimento completo, altura completa com uma extensão de meia chaveta com três polegadas de comprimento em uma extremidade. Para manter o balanceamento de fábrica, corte a chaveta no comprimento como segue.
Veja Fig. 2.

1. Meça o comprimento do ressalto de acoplamento (H) e corte a chaveta completa no comprimento H, cortando o excesso da extremidade completa da chaveta.

2. Corte a extremidade da meia chaveta de modo que o comprimento total da chaveta se iguale ao comprimento da chaveta mostrado no desenho a seguir.

3. A chaveta completa deve preencher o acoplamento/rasgo da chaveta. A meia chaveta deve preencher o rasgo da chaveta/eixo.

__ALERTA:__ PARA EVITAR FORÇA EXCESSIVA NA CHAVETA, O COMPRIMENTO MÁXIMO DA MEIA CHAVETA NÃO DEVE EXCEDER 3.0 POLEGADAS.
A NÃO OBSERVAÇÃO DESTA PRECAUÇÃO PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.

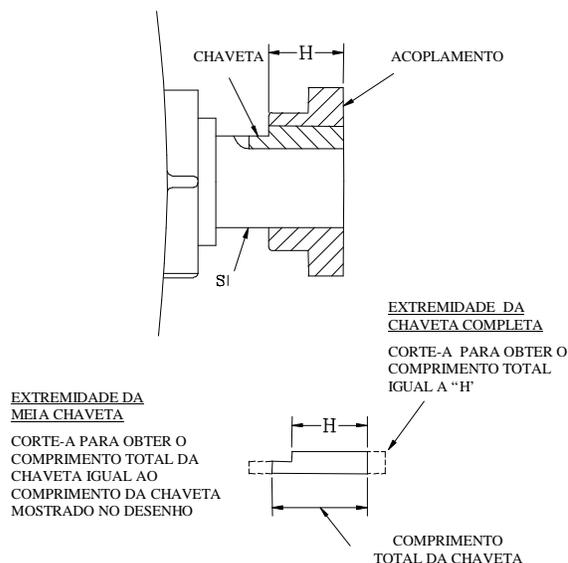



Fig. 2. Alinhamento da Chaveta

A base deve ser construída de acordo com as exigências da seção intitulada "Base" na página 8. Se a unidade foi alinhada corretamente, a amplitude da vibração do motor instalado deve ser a mesma que descrita na tabela acima. Se as amplitudes de vibração forem significantemente maiores que estes valores, as instruções referenciadas acima devem ser revistas. O desalinhamento é a causa mais provável da vibração excessiva. Outras possíveis causas são os pacotes de calços "leves" sob um ou mais pés, parafusos dos pés soltos ou uma base inadequada. A contribuição de vibrações geradas pelo equipamento movido não devem ser desprezadas.

Não opere a máquina com vibração excessiva. Se a causa não puder ser encontrada e corrigida, entre em contato com o representante General Electric mais próximo.

Freqüência de partidas e inércia da carga

Quando o motor é ligado, este deve acelerar a inércia rotacional de seu próprio rotor e a do equipamento acionado a partir do repouso até a velocidade completa. Consequentemente, este deve transferir e armazenar uma grande quantia de energia nas partes rotativas em pouco tempo. Uma quantidade igual de energia é dissipada nos enrolamentos do rotor no mesmo espaço de tempo.

Durante o período de partida, a corrente nos enrolamentos é várias vezes o valor nominal. Isto causa o aquecimento dos enrolamentos a uma taxa significantemente maior que a que ocorre quando em operação a plena velocidade. Também, devido às forças magnéticas serem proporcionais ao quadrado da corrente, as forças nas espiras do enrolamento são várias vezes maiores que na condição normal.

Devido as razões acima, a freqüência de partidas e a magnitude da inércia rotacional da carga conectada, deve estar limitada para rotor em forma de gaiola e motores síncronos. Os motores cobertos por este Manual de Instruções (a menos que especificado de outra maneira no contrato de venda), são adequados para aceleração da inércia rotacional do equipamento acionado em concordância com a Norma MG 1-21.42. Os motores são adequados para as seguintes freqüências de partidas:

1. Com o motor inicialmente à temperatura ambiente, duas partidas sucessivas, desacelerando para o repouso entre as partidas.

2. Com o motor inicialmente na temperatura não excedendo sua temperatura nominal, uma partida.

É recomendado que o número total de partidas feitas durante a vida da máquina seja controlado, procurando reduzi-las, uma vez que a vida útil da máquina é afetada pelo número total de partidas.

Motores de rotor induzido enrolados tem a capacidade de acelerar altas cargas de inércia com uma corrente de estator limitada através do uso de resistência externa inserida no circuito do rotor. A característica do motor é alterada pelo ajuste da resistência. A maior parte da energia dissipada no circuito do rotor durante a aceleração é dissipada no resistor externo ao motor.

Nível de óleo

Máquinas com mancal de bucha são fornecidas com um indicador de nível de óleo em cada alojamento de mancal. Consulte a **Instrução de Identificação** de partes para este modelo para localizar o indicador de nível de óleo. Os indicadores são do tipo janela circular ou coluna.

Com o indicador do tipo janela circular, a linha de centro do indicador determina o nível máximo de óleo e a parte inferior da escala indica o nível mínimo de óleo.

Manutenção - Geral

Geral

A máquina coberta por este Manual de Instruções foi projetada tendo como objetivo a confiabilidade e utilidade. Esta é construída com materiais de alta qualidade. Se for instalada, operada e mantida de acordo com as instruções deste manual, esta tem uma expectativa de muitos anos de serviço sem problemas.

A Importância de um Programa de Manutenção

A compra e a instalação de uma grande máquina elétrica representa um investimento de capital significativo que deve ser protegido por um amplo programa de manutenção. Este programa deve incluir além da máquina, os equipamentos de proteção e controle.

Um programa de manutenção é baseado em quatro conceitos: (1) manutenção da limpeza, (2) inspeção periódica, (3) manutenção adequada de registros e (4) tomada de ações corretivas no momento adequado.

A inspeção periódica proporciona o sistema e disciplina para manutenção da limpeza, bem como assegura que as partes estejam funcionado corretamente.

A freqüência de inspeções periódicas pode variar de várias vezes ao dia, para itens como leitura da temperatura dos enrolamentos (se a impressão e/ou controle de desligamento automático não for fornecido) a uma vez por mês, para uma inspeção geral no interior da unidade. A manutenção de registros precisos é necessário para manter um histórico da unidade e proporcionar um procedimento para inspeção e verificação de vários itens. Se um problema for encontrado, seja um problema menor e freqüentemente encontrado, como uma limpeza ou um problema significativo como o aumento dos níveis de vibração, este deve ser corrigido o mais rápido possível após a determinação de sua necessidade.

Caso a unidade exija reparos significantes durante sua vida útil, é recomendado que estes reparos sejam realizados em uma Assistência Técnica Autorizada General Electric.

ALERTA: *ANTES DE INICIAR OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO, DESCONECTE TODAS AS FONTES DE ENERGIA DA MÁQUINA E ACESSÓRIOS. PARA MÁQUINAS EQUIPADAS COM CAPACITOR DE PICO, NÃO MANUSEIE O CAPACITOR ATÉ QUE ESTE SEJA DESCARREGADO POR UM CONDUTOR TOCANDO TODOS OS TERMINAIS E CONDUTORES SIMULTANEAMENTE, INCLUSIVE ATERRAMENTO. ESTE CONDUTOR DE DESCARGA DEVE ESTAR ISOLADO PARA MANUSEIO.*

REINSTALE TODAS AS CONEXÕES DE ATERRAMENTO ANTES DE OPERAR.

A NÃO OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS PESSOAIS.

A Importância da Limpeza

A localização do equipamento conectado determinará necessariamente a localização da máquina. Consequentemente, será encontrada uma variação considerável entre as diferentes aplicações e entre diferentes locais. Em um grau significante, a escolha do recinto compensará as variações ambientais, particularmente para umidade e condições climáticas. Entretanto, a preservação da limpeza das aberturas de entrada e saída de ventilação, dutos de ar, enrolamentos, aquecedor ambiente, blocos de conexão de acessórios , etc., são essenciais.

O ar da ventilação trará a contaminação ambiental às partes ativas de uma máquina de ambiente ventilado. Filtros de ar corretamente mantidos reduzirão significativamente a quantidade de partículas no ar, mas não poderá eliminá-las totalmente. Recintos do tipo totalmente selados reduzirão grandemente, mas não completamente, a troca de ar ambiental externo e o ar de recirculação interno.

Partículas de sujeira carregadas no ar ventilado, tendem a se acumular nos dutos de ar e na superfície dos enrolamentos. Este acúmulo tem efeitos adversos como um aumento na temperatura operacional, diminuição na resistência de isolação e deterioração acelerada da isolação. Partículas de sujeira no óleo lubrificante ou no compartimento de graxa causam um desgaste acelerado do mancal e até mesmo a falha do mancal. Ácidos e vapores alcalinos podem, por um certo período, causar o desenvolvimento de depósitos corrosivos que no futuro contribuirão para a deterioração.

Mantenha as partículas de metal como cobre, ferro ou aço longe da máquina. Isto é especialmente importante para ferro e aço, uma vez que tais partículas aderirão magneticamente e são extremamente difíceis de serem removidas. Estas podem ser agitadas pelos campos magnéticos presentes durante a operação causando a abrasão e eventual falha da isolação. Se por qualquer razão, serrar, furar, usinar, etc., materiais ferrosos tiver que ser feito próximo à unidade, este trabalho deve ser feito o mais distante possível. A unidade não deve estar em operação neste momento. Todos as limalhas, cavacos, etc., devem ser completamente removidos antes de ativar a unidade. As mesmas precauções deve ser observadas para cavacos de cobre ou outros materiais condutores.

Ao remover a sujeira e contaminação da máquina, a sucção é preferível ao ar comprimido. O ar comprimido não remove, apenas muda de lugar o material indesejado. O ar freqüentemente dirige e fixa os materiais estranhos nas laterais da isolação, bem como em cavidades naturais no interior da máquina. Uma mangueira de sucção de um aspirador de pó industrial deve ser usada para limpeza. A extremidade da mangueira ou bico, que entra em contato direto com as partes da máquina, deve ser pequena o suficiente na seção transversal para produzir uma alta velocidade de ar na entrada da mangueira. Isto é necessário para acelerar e mover o material estranho para dentro da mangueira do aspirador.

Freqüência de Inspeção

A freqüência de inspeção irá variar de acordo com o item a ser inspecionado e com a severidade das condições ambientais locais.

Certos itens, como temperatura do enrolamento, temperatura do mancal e amplitude de vibração devem ser monitorados de acordo com as condições. Se foram proporcionadas condições locais para leitura ou impressão destes parâmetros, e se contatos e relés foram providenciados para desligar a unidade em caso de temperaturas acima do normal, então tudo que é necessário para inspeção é assegurar-se que os equipamentos de proteção estejam operacionais e ajustados para detectar uma operação anormal. Caso contrário, se nenhuma providência foi tomada para proteger o enrolamento e mancais contra super-temperaturas, através de relés de proteção, então um programa de manutenção deve ser atribuído ao operador local que deve estar continuamente atento com as temperaturas do enrolamento e mancal. Isto também se aplica ao monitoramento de vibração e equipamento de proteção.

A manutenção e inspeção de rotina do enrolamento do estator, enrolamento do rotor, núcleo, excitatriz sem escovas, anéis sem escovas e coletores (para máquinas fornecidas com estes equipamentos), mancais e cobertura superior devem ser feitos periodicamente. No entanto, a freqüência irá depender da severidade das condições ambientais locais.

As instalações localizadas em ambientes limpos irão exibir somente inspeções de rotina eventuais. Outras instalações localizadas em ambientes rigorosos, tais como indústrias de papel, usinas de cimento, usinas de aço, estações de energia, etc., irão exigir inspeções de rotina mais freqüentes.

A tabela a seguir é sugerida como base para um programa de manutenção para estes dois casos. Existirão várias instalações que podem estar entre estes dois casos, bem como instalações com condições extremamente severas. Um bom julgamento e o bom senso devem ser primordiais para a estruturação de um programa de manutenção.

A manutenção e inspeção inadequadas podem resultar em falha prematura.

Item	Freqüência de Inspeção	
	Ambiente Limpo	Ambiente Severo
Enrolamento do estator (incluindo os suportes e estruturas de apoio, conexões da extremidade do enrolamento, verificação da resistência de isolação)	Anualmente	Trimestralmente
Anel de terminação do rotor (ou espiras do enrolamento)	Anualmente	Anualmente
Remoção do rotor (rotor e estator enrolado)	A cada cinco anos	A cada cinco anos
Núcleo do estator (com rotor removido)	A cada cinco anos	A cada cinco anos
Escovas e anéis do coletor	Trimestralmente	Mensalmente
Inspeção do mancal	A cada três anos	Anualmente
Lubrificação do mancal	Duas vezes por ano	A cada dois meses
Sistema de lubrificação complementar (se fornecido)	Trimestralmente	Mensalmente
Cobertura superior (filtros)	Trimestralmente	Mensalmente

Inspeção e Manutenção do Enrolamento do Estator

Para aplicações especiais, como acionadores de correia ou pequenas máquinas, pode ser fornecido uma tampa lateral de peça única e mancal. Geralmente, máquinas acionadas diretamente são dispostas de modo a permitir a remoção da metade superior da tampa lateral para inspeção em ambas as extremidades sem afetar o alinhamento do motor.

Para acessar o enrolamento do estator, remova primeiro a metade superior da tampa lateral em cada extremidade da unidade. Para fazer isto, remova os parafusos que fixam-na à carcaça e à metade inferior da tampa lateral. Note que uma guarnição está colocada entre as superfícies de contato para vedação contra umidade e sujeira. Esta guarnição deve ser mantida limpa para ser utilizada na remontagem. Em carcaças de tamanhos menores, uma ou duas pessoas podem erguer a cobertura. Em carcaças de tamanhos maiores é necessário um guincho ou guindaste.

A remoção da metade superior da tampa lateral expõe a metade superior e uma grande abertura na extremidade da carcaça. O defletor de ar ou placa defletora podem ser vistos internamente por esta abertura semicircular. Remova a metade superior do defletor de ar em cada extremidade da unidade. Para fazer isto, remova os parafusos que fixam-na ao anel interno e desconecte as braçadeiras L que unem os defletores de ar superior e inferior. Se for necessário um maior acesso, gire o anel e abaixe o defletor. Remova os parafusos que prendem o defletor ao anel. O defletor de ar inferior agora pode se removido. Note que a remontagem do defletor de ar e a cobertura da tampa lateral é feita na ordem inversa da desmontagem. Esta desmontagem fornecerá acesso à toda a parte superior e parte da metade inferior das espiras do enrolamento do estator, suporte das espiras e cunhas do estator. Para uma inspeção rotineira, isto fornece uma visão suficiente do enrolamento para indicar sua condição geral e permite espaço para limpeza com uma mangueira flexível de um aspirador de pó. Quando o rotor é removido, (que ocorre com menor freqüência) uma parte maior do enrolamento está acessível.

Para uma inspeção rotineira limpe as partes acessíveis do enrolamento com um aspirador de pó equipado com uma haste ou bico não metálico. Consulte a seção "A Importância da Limpeza" desta publicação. Note que, se esta for uma inspeção de emergência ao invés de uma inspeção de rotina, o primeiro passo é procurar pela falha, antes de alterar o estado existente do enrolamento pela limpeza.

Inspecione o suporte do enrolamento do estator e a estrutura de apoio. Procure por sinais de folgas, movimento ou atrito das extremidades do enrolamento relacionados com a estrutura de apoio. Pequenos "rabichos" e outras irregularidades de superfície semelhantes no acabamento de epóxi e ao redor, a geometria da superfície do sistema de suporte do enrolamento não são significantes e são resultantes da cura da impregnação de pressão de vácuo do núcleo pré-enrolado. Verifique o aperto da cantoneira de suporte contra a placa do núcleo.

Inspecione as espiras do enrolamento do estator, conexões e cunhas. Toda sujeira ou outros acúmulos de materiais estranhos entre as laterais do enrolamento devem ser removidos, tomando cuidado para não danificar a integridade da isolação do enrolamento. A superfície do enrolamento deve estar isenta de áreas com isolação danificada localizada, resultante de impacto, como pode ocorrer ao ser atingida por uma borda do rotor durante uma desmontagem e remontagem anterior do conjunto do rotor.

Devido ao grande volume de ar ambiente que passa através de máquinas com ventilação ambiente, algumas partículas em suspensão e partículas abrasivas podem desgastar parte da isolação do enrolamento com o passar do tempo. Consequentemente, para usinas de aço, minas de carvão, taconita e outras aplicações específicas, uma considerável atenção deve ser dispensada para observar esta condição.

Se rachaduras no acabamento estiverem evidentes e estão associadas com a evidência de movimento e atrito do sistema de suporte, estas devem ser investigadas.

Com a tampa lateral superior e o defletor superior de ar removidos, o acesso à abertura das cunhas do estator é complicada. No entanto, é possível obter uma impressão razoável das condições das cunhas a partir da inspeção das extremidades. Em uma escala de freqüência menor, quando o rotor é removido, o comprimento total da cunha pode ser visualizado. As cunhas devem estar firmemente presas. Estas não devem mostrar sinais de movimento ou deslocamento. As extremidades da cunha devem estar livres de desgastes. Novamente como indicado acima para a isolação do enrolamento, contaminações ambientais abrasivas podem desgastar as cunhas. No entanto, tal efeito pode não ser visível nas cunhas, exceto na inspeção em que o rotor é removido.

A resistência de isolação deve ser medida e registrada durante cada inspeção do enrolamento. Consulte as informações sobre a resistência de isolação na seção intitulada "Operação". Se o valor da resistência de isolação medido em megohms for menor que (KV + 1), quando corrigido para 40°C, a máquina não deve ser colocada novamente em serviço até que as providências no enrolamento tenham sido tomadas com sucesso para restaurar sua resistência de isolação para aquele valor ou acima. Neste ponto, uma medição do índice de polarização também pode ser útil como dado

complementar sobre as condições do enrolamento. Veja as informações sobre índice de polarização na seção intitulada "Operação".

A umidade e a sujeira são as duas causas primárias de baixa resistência de isolação do enrolamento. Consequentemente, os dois primeiros passos na correção de tal condição são: secar o enrolamento e remover toda a sujeira e contaminação possível. Os aquecedores de ambiente sempre devem ser ligados quando a máquina é desligada. Se isto não for feito, a resistência de isolação normalmente diminuirá devido a condensação nos enrolamentos. Os aquecedores de ambiente devem ser utilizados para secar um enrolamento, mas o tempo adequado deve ser aguardado para sua realização. Também, uma baixa tensão pode ser aplicada nos terminais do enrolamento (AC ou DC) para circular uma fração que deve ser monitorada para manter a temperatura abaixo da nominal durante o processo de secagem. São necessárias de seis a oito horas, dependendo do tamanho da unidade, para secar um enrolamento com corrente circulante. O enrolamento deve ser completamente limpo para remover a sujeira e contaminação como uma parte importante do programa para aumentar o valor de resistência de isolação.

Um programa completo de limpeza e secagem normalmente restabelecerão a resistência de isolação do enrolamento para (KV + 1) megohms, ou acima, corrigido para 40°C. Se este não fizer, é provável que exista algum fator adicional, além da umidade e sujeira. Se o cabo de entrada não foi desconectado dos terminais do motor na caixa de conduíte, o cabo complementar pode afetar significativamente a resistência de isolação. Capacitores de surto que estejam conectados diretamente ao enrolamento do estator podem produzir um efeito semelhante. Em ambos os casos, a conexão com o enrolamento do estator deve ser aberta e o teste de resistência de isolação repetido.

Se todas as ações corretivas acima falharem para restaurar o valor de resistência de isolação, é muito provável que seja necessário um perito em manutenção. É recomendado que a Assistência Técnica Autorizada General Electric seja contatada para manutenção.

Existem testes complementares que estão disponíveis para utilização nos enrolamentos do estator, particularmente em enrolamentos antigos, para determinar sua condição atual e aproveitamento. Entre estes estão os testes de hi-pot AC e DC. É importante que tais testes sejam realizados apenas por pessoas treinadas na sua realização, para evitar danos desnecessários ao enrolamento para interpretar corretamente os resultados e observar todos os cuidados necessários de segurança para proteger o pessoal. Caso queira executar tais testes em qualquer ponto da vida útil da unidade, é recomendado que uma Assistência Autorizada General Electric seja contatada.

Manutenção - Recomendação de Óleo Lubrificante

A operação bem sucedida de motores e geradores elétricos é essencialmente dependente da correta lubrificação dos mancais.

O óleo usado é de responsabilidade do comprador do equipamento e deve ser um óleo mineral de alta qualidade como o indicado para utilização em motor ou gerador elétrico por um fabricante de óleo confiável.

Uma vez que a responsabilidade pela recomendação de um óleo adequado recai sobre o vendedor de óleo, nossa experiência indica que óleos que contenham as características iguais a da Tabela 1 são tidos no geral como os mais adequados para lubrificação de ambos, mola de compressão e suportes de mancal utilizados nas máquinas da General Electric para uma ampla faixa de condições de trabalho. Óleos que tenham estas características podem ser fornecidos pela maioria dos fabricantes de óleo (consulte a Tabela 2 para uma lista de referência cruzada). A viscosidade do óleo depende da velocidade operacional do motor, tipo de mancal e temperatura ambiente. Consulte as Tabelas 3 e 4 para as especificações do óleo. A Tabela 5 indica a quantidade aproximada de óleo a ser utilizada. Complete o reservatório de óleo até o nível adequado de óleo.

Óleos para motores automotivos não devem ser utilizados.

É recomendado que não sejam misturados óleos de diferentes fabricantes sem a aprovação destes.

Troca de óleo

Troque o óleo em intervalos regulares. No caso de mancais autolubrificados, recomendamos a troca do óleo mineral após aproximadamente 8000 horas de operação, e no caso de um sistema de fornecimento de óleo do mancal após 20000 horas de operação.

O período entre as trocas de óleo depende da severidade das condições de operação.

Condições especiais como alta temperatura ambiente, podem exigir trocas mais freqüentes. Evite operar o motor com óleo oxidado.

Caso as mudanças no óleo sejam aparentes (cor, cheiro), a causa deve ser investigada.

Limpeza

Os alojamentos dos mancais do motor possuem câmaras de repouso dentro das quais os sedimentos podem se acumular. Estas câmaras devem ser limpas periodicamente.

A limpeza pode ser realizada pela remoção do plugue de dreno localizado na parte inferior do alojamento do mancal. O óleo drenado levará a maioria do material coletado. Sob condições normais esta é a única limpeza necessária.

Se for necessário uma limpeza completa da câmara, utilize um solvente adequado a base de petróleo. O solvente deve ser introduzido através da abertura do filtro de óleo no topo do alojamento do mancal e completado até que o nível esteja aproximadamente no centro da escala de nível de óleo. O plugue do dreno deve então ser removido para permitir que o solvente sujo escoe para fora da câmara.

Após a limpeza, vede novamente o plugue do dreno de óleo com um componente selante de óleo, como composto de resina de alquida, Permatex nº 3 ou equivalente.

Complete o reservatório com óleo limpo.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS TÍPICAS

Características	150 SSU (ISO VG32)	300 SSU (IS0 VG68)	450 SSU (ISO VG 100)	Métodos de Referência pela Espec. ASTM Nº
Viscosidade Cinemática, cSt AT 104.F	28.8 - 35.2	61.2 - 74.8	90.0 - 110.0	D445
Nível de Viscosidade, °F Min.	90	90	90	D2270
Ponto de Ignição, °F Min.	350	350	360	D92
Ponto de Fluidez, °F Máx.	20	25	30	D97
Valor de Neutralização, Máx.	0,20	0,20	0,20	D974
Testes de Estabilidade de Oxidação, Horas (*)	2000	2000	1500	D943

** A vida de um teste de oxidação de um óleo deve ser o número de horas necessárias para atingir o valor de neutralização de 2.0 mgKOH/g.*

TABELA 2 - LISTA DE REFERÊNCIA DE ÓLEO LUBRIFICANTE

2.1 Óleo Viscosidade Saybolt SSU 150 a 100°F	
Shell	Turbo 32
Esso	Teresso 32
Texaco	Regal Oil 32
Mobil	DTE Oil Light

2.2 Óleo Viscosidade Saybolt SSU 300 a 100°F	
Shell	Turbo 68
Esso	Teresso 68
Texaco	Regal Oil 68
Mobil	DTE Heavy Medium

2.3 Óleo Viscosidade Saybolt SSU 450 a 100°F	
Shell	Turbo 100
Esso	Teresso 100
Texaco	Regal Oil 100
Mobil	DTE Heavy

2.4 Óleo Recomendado para Condições de Baixa Temperatura	
Amoco	Industrial Oil 15
Citgo	Pacemaker 15
Sun Oil	Survis 916
Conoco	Dectol 15R
Texaco	Regal 32R

TABELA 3 - ÓLEO PADRÃO PARA MOTORES E GERADORES HORIZONTAIS

Localização e Função do Mancal	Tipo de Mancal	Viscosidade do Óleo a 100°F (SSU)	
		Acima de 1500 RPM	Até 1499 RPM
Todos	Mancal de Bucha	150	300

TABELA 4 - ÓLEO PADRÃO PARA MOTORES VERTICAIS

Localização e Função do Mancal	Tipo de Mancal	Viscosidade do Óleo a 100°F (SSU)	
		Acima de 1500 RPM	Até 1499 RPM
Mancal de Empuxo Axial na Tampa Lateral Superior	Mancal de Esferas de Contato Angular	150	300
	Mancal de Rolamento Esférico	300	450
	Placa do Mancal	300	300
Guia do Mancal na Tampa Lateral Inferior	Esferas, Rolete Cilíndrico ou Bucha	150	150

TABELA 5 - QUANTIDADE APROXIMADA DE ÓLEO PARA MOTORES HORIZONTAIS

Carcaça	**Litros por Motor**
8200	4.8
8300	8.4
8400/8500	12.6
8600	20.0
8700/8800/8900	48.8

- *Complete até o nível indicado no vidro do mostrador.*
- *Para motores verticais, veja desenho.*

Manutenção - Mancal da Extremidade Acionadora

1. Parafuso da tampa lateral
2. Metade superior da placa lateral
3. Parafuso da metade superior da placa lateral
4. Capa do mancal
5. Metade superior do mancal
6. Parafuso do mancal
7. Eixo
8. Metade inferior da placa lateral
9. Metade inferior do mancal
10. Anel de óleo

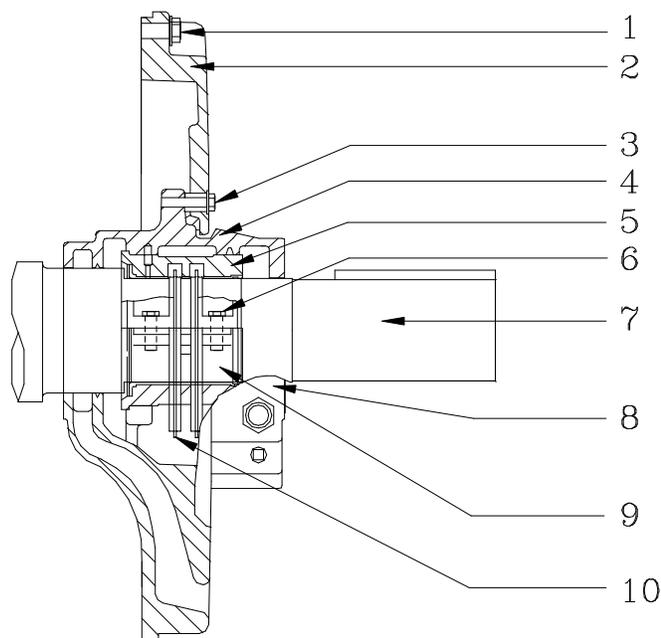



Fig. 1. Extremidade Acionadora

Inspeção e/ou substituição do Mancal

ALERTA: *NÃO TENTE ERGUER O MOTOR INTEIRO UTILIZANDO OS OLHAIS DA METADE SUPERIOR DA PLACA LATERAL.*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODE PROVOCAR DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.

Mancais nas placas laterais (mancais bipartidos)

1. Remova a metade superior da placa lateral removendo os parafusos (1) que fixam a placa à carcaça, dois parafusos que fixam a metade superior da tampa lateral na metade inferior e os parafusos (4) que fixam a metade superior da tampa lateral no alojamento do mancal.
2. Remova os dois parafusos que fixam a capa do mancal (5) na metade inferior da tampa lateral e remova-o.
3. Remova os quatro parafusos (7) que fixam a metade superior do mancal (6) na metade inferior do mancal (10).
4. Remova a metade superior do mancal.
5. Com um macaco, levante o eixo (8) alguns milésimos de polegada para remover o peso do rotor da superfície da metade inferior do mancal.
6. Gire a metade inferior do mancal ao redor do eixo e remova-o.
7. Para substituir o mancal, inverta o procedimento da desmontagem.
8. Utilize uma fina camada de selante, Tight Seal ou equivalente, nas juntas horizontais do mancal superior para evitar vazamentos de óleo.

Mancal da Extremidade Oposta

1. Parafuso da tampa lateral
2. Metade superior da placa lateral
3. Parafuso da metade superior da placa lateral
4. Capa do mancal
5. Metade superior do mancal
6. Cobertura
7. Pino anti-rotação
8. Eixo
9. Metade inferior do mancal
10. Metade inferior da placa lateral
11. 2 anéis de óleo
12. Isolação do mancal

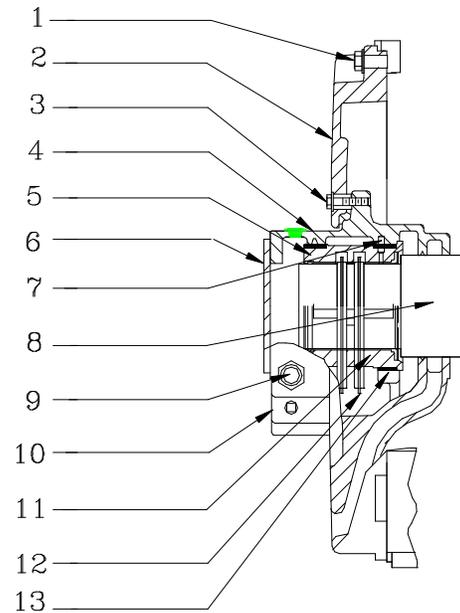



Fig. 1 Extremidade Oposta

Inspeção e/ou substituição do Mancal

ALERTA: *NÃO TENTE ERGUER O MOTOR INTEIRO UTILIZANDO OS OLHAIS DA METADE SUPERIOR DA PLACA LATERAL.*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTES CUIDADOS PODE PROVOCAR DANOS AO EQUIPAMENTO, FERIMENTOS PESSOAIS OU AMBOS.

Mancais nas placas laterais (mancais bipartidos)

1. Remova a metade superior da placa lateral removendo os parafusos (1) que fixam a placa à carcaça, dois parafusos que fixam a metade superior da tampa lateral na metade inferior e os parafusos (3) que fixam a metade superior da tampa lateral no alojamento do mancal.
2. Remova os quatro parafusos que fixam a cobertura (6); remova os dois parafusos que prendem a capa do mancal (4) na metade inferior da tampa lateral e remova-a.
3. Remova os quatro parafusos que fixam a metade superior do mancal (5) na metade inferior do mancal (9).
4. Remova a metade superior do mancal.
5. Com um macaco, levante o eixo (8) alguns milésimos de polegada para remover o peso do rotor da superfície da metade inferior do mancal.
6. Gire a metade inferior do mancal ao redor do eixo e remova-o.
7. Para substituir o mancal, inverta o procedimento da desmontagem.
8. Utilize uma fina camada de selante, Tight Seal ou equivalente, nas juntas da capa do mancal superior e na cobertura para evitar vazamentos de óleo.

Dificuldades Operacionais

ALERTA: *ALTA TENSÃO E PARTES ROTATIVAS PODEM CAUSAR SÉRIOS FERIMENTOS.*

A UTILIZAÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO, COMO TODAS AS OUTRAS UTILIZAÇÕES DE ENERGIA CONCENTRADA E PARTES ROTATIVAS PODEM SER PERIGOSAS. CERTIFIQUE-SE QUE A TENSÃO TENHA SIDO REMOVIDA DE TODOS OS CIRCUITOS E QUE NENHUMA PARTE MECÂNICA ESTEJA GIRANDO. A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO DEVE SER EXECUTADA POR PESSOAL QUALIFICADO. É RECOMENDADO A FAMILIARIDADE COM A PUBLICAÇÃO MG-2, PADRÃO DE SEGURANÇA PARA CONSTRUÇÃO E GUIA PARA SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MOTORES E GERADORES ELÉTRICOS, NORMA ELÉTRICA NACIONAL E PRÁTICAS LOCAIS DE RUÍDOS.

TABELA DE PESQUISA DE DEFEITOS

Problema	Possível Causa	Ação
O motor não dá partida	A energia não está ligada	Conecte a energia ao controle e o controle ao motor. Verifique os contatos.
	Baixa tensão	Verifique o valor da placa de identificação do motor com a tensão do barramento.
	Conexões de controle incorretas	Verifique as conexões com o esquema de controle elétrico.
	Máquina acionada travada	Desconecte o motor da carga. Se o motor partir satisfatoriamente, verifique a máquina acionada.
	Circuito aberto no estator ou no enrolamento do rotor	Meça/compare a resistência de enrolamento de cada fase.
	Enrolamento aterrado	Verifique por enrolamento aterrado.
	Torque excessivo de carga	Verifique a capacidade do motor.
	Desarme do controle de sobrecarga	Aguarde que o motor resfrie. Experimente dar partida novamente.
Ruído ou Vibração	Motor girando com fase simples	Pare o motor. Experimente dar partida. O motor não dará partida com fase simples. Verifique por uma ou mais linhas ou circuitos "abertos".
	Barramento de alimentação desbalanceado	Verifique o balanceamento pela medição de corrente e tensão em cada fase. Corrija a fonte de energia para obter tensões balanceadas.
	Desalinhamento	Verifique o alinhamento paralelo, angular e axial.
	Abertura de ar não uniforme (máquinas fornecidas sem um mancal)	Centralize o rotor.
	Mancal de esfera ruidoso	Verifique a lubrificação. Substitua os mancais se os ruídos são persistentes ou excessivos.
	Solto na base	Realinhe a máquina. Aperte os parafusos de fixação.
	Materiais estranhos no interior da máquina.	Limpe o interior da máquina.
	Espiras de campo curto-circuitadas (síncrono)	Verifique a impedância de cada pólo. Verifique se um pólo está com uma diferença perceptível.

TABELA DE PESQUISA DE DEFEITOS

Problema	Possível Causa	Ação
Superaquecimento	Sobrecarregado	Meça a carga com um amperímetro e compare com a corrente de carga plena na placa de identificação. Reduza a carga.
	Carga elétrica desbalanceada	Verifique pela tensão desbalanceada ou fase simples.
	Ventilação insuficiente	Limpe os filtros, passagens de ar e enrolamentos. Verifique a água de resfriamento (se aplicável).
	Tensão e freqüência incorretos	Verifique os valores da placa de identificação com o fornecimento de energia. Verifique também a tensão nos terminais com a máquina em plena carga.
	Enrolamento do estator curto-circuitado (linha-a-linha)	Inspecione o enrolamento por danos. Solicite ajuda de um perito para o reparo.
	Enrolamento do estator aterrado (linha-para-terra)	Inspecione o enrolamento por danos. Solicite ajuda de um perito para o reparo.
	Corrente de campo incorreta (síncrono)	Verifique a placa de identificação – aplique o campo correto.
	Velocidade incorreta	Verifique a velocidade, compare com a placa de identificação.
	Óleo insuficiente	Adicione óleo; se o suprimento de óleo estiver muito baixo, drene, esgote com óleo limpo e reabasteça.
	Contaminação no óleo ou óleo de qualidade imprópria	Drene o óleo. Esgote com óleo limpo e lubrifique novamente utilizando óleo com a viscosidade especificada na placa de identificação.
	Os anéis de óleo giram lentamente ou não giram (se estes são utilizados)	O anel de óleo tem uma parte desgastada. Substitua por um novo anel.
	Anéis tortos ou danificados de outra forma na remontagem	Substitua os anéis de óleo.
	Selos de óleo presos ou danificados	Substitua os selos.
Superaquecimento dos mancais (tipo suporte)	Alinhamento	Verifique o alinhamento paralelo, angular e axial. Corrija conforme a necessidade.

TABELA DE PESQUISA DE DEFEITOS

Problema	Possível Causa	Ação
Mancais ruidosos ou vibrando (tipo antifricção)	Mancal defeituoso ou suporte áspero	Substitua os mancais ou recondicione a superfície do eixo.
	Graxa de graduação incorreta	Remova a graxa antiga e engraxe novamente utilizando a graxa recomendada por este Manual de Instruções.
	Graxa insuficiente	Remova o plugue de liberação e engraxe o mancal novamente. Recoloque o plugue após meia hora de rotação.
	Excesso de graxa	Remova os plugues de liberação e deixe o motor girar até que o excesso de graxa seja expelido. Instale o plugue novamente.
	Mancal defeituoso ou danificado	Substitua o mancal.
	Material estranho na graxa	Remova o plugue de liberação. Retire a graxa contaminada dos mancais. Lubrifique novamente até que esteja saindo somente graxa limpa pelo plugue de liberação.
Baixa resistência de isolação ou falha de isolação	Umidade	Seque o enrolamento.
	Sujeira	Limpe o enrolamento.
	Partículas condutoras romperam a isolação	Solicite ajuda de um perito para o reparo.
	Danos mecânicos na isolação	Solicite ajuda de um perito para o reparo.
	Picos de tensão danificaram a isolação	Solicite ajuda de um perito para o reparo.
	Temperaturas excessivas	Solicite ajuda de um perito para o reparo.
Motor de rotor enrolado: o motor gira em velocidades reduzidas com a resistência externa fora do circuito	Impedância excessiva entre a unidade e o controle do rotor	Utilize condutores de bitola adequada.
	Conexões incorretas	Verifique as conexões do estator, rotor e excitatriz, verifique a fiação de controle.
	Circuito aberto no rotor (incluindo o cabo para controle)	Teste a “interrupção” do circuito e conserte.

TABELA DE PESQUISA DE DEFEITOS

Problema	Possível Causa	Ação
Gerador síncrono: falha da máquina na geração da saída nominal	Conexões incorretas	Verifique as conexões do estator, rotor e excitatriz, verifique a fiação do regulador.
	Circuitos abertos	Teste a “interrupção” do circuito e conserte.
	Agente motor	Verifique a velocidade, gire na velocidade nominal.
	Excitação inadequada	Verifique a excitação. Compare com a placa de identificação e corrija.
	Espirais de campo curto-circuitadas	Verifique a impedância em todos os pólos – Verifique se um pólo está com uma diferença perceptível.
	Terminais de campo aterrados	Verifique a isolação dos condutores – verifique as condições onde os condutores saem do feixe.
Escovas centelhando	Sobrecarga	Verifique por uma sobrecarga com um amperímetro e elimine-a. Limpe os anéis, ajuste a pressão das escovas e substitua-as.
	Sujeira entre a escova e o anel	Limpe os anéis, escovas e cordoalha da escova.
	Escovas presas nos suportes	Utilize escovas corretas, limpe o suporte das escovas.
	Tensão incorreta da escova	Verifique a tensão da escova e corrija.
	Anéis coletores ásperos	Esmerilhe ou torneie os anéis.
	Anéis excêntricos	Torneie os anéis ou substitua os coletores.

REFERÊNCIA DE APERTO DE PARAFUSO

Tamanho do parafuso	Torque em libras por pés	
	Seco	Lubrificado
1/4 - 20	8	7
5/16 - 18	17	14
3/8 - 16	30	23
7/16 - 14	50	38
1/2 - 13	75	56
5/8 - 11	150	112
3/4 - 10	260	188
7/8 - 9	400	284
1 - 8	580	438
1 1/4 - 7	1120	823
1 1/2 - 6	1940	1311

Peças de Reposição

Considerações Gerais

As máquinas cobertas por este Manual de Instruções foram projetadas e fabricadas para fornecer uma excelente confiabilidade e qualidade. Se corretamente manuseada, armazenada, instalada, operada e mantida, e se o local estiver equipado com os equipamentos protetores adequados, a unidade proporcionará muitos anos de serviço confiável. Entretanto, como em todos os equipamentos de potência, certas partes estão sujeitas ao desgaste natural. No entanto, existe uma grande variação na severidade das condições ambientais entre os locais.

Por estas razões, um estoque adequado de peças de reposição é importante como segurança, a fim de minimizar o tempo parado da unidade. O número correto de peças de reposição a serem mantidas em estoque depende da criticidade da instalação para o proprietário. Esta decisão deve ser baseada na avaliação da severidade das condições ambientais do local e na eficiência do programa de manutenção local.

Peças sujeitas ao desgaste

Duas partes que estejam em contato físico e que exista um movimento relativo entre estas duas partes ocorrerá um desgaste. Os mancais de bucha e anéis de óleo estão em contato com o eixo e se movimentam com relação ao eixo. As esferas ou rolamentos dos mancais antifricção estão em contato com, e se movem com relação ao movimento interno e externo. As escovas estão em contato com, e se movem com relação aos anéis do coletor e suporte das buchas. Os selos de óleo estão em contato com e se movem com relação ao eixo.

Todas as partes mencionadas estão sujeitas ao desgaste. A taxa de desgaste, em cada caso, é determinada por fatores descritos anteriormente. É recomendado que estas partes sejam armazenadas regularmente como peças de reposição.

Outras peças

Existem outras partes essenciais que podem deteriorar em uma taxa imprevisível durante um período de tempo, para o qual o modo de falha é mais sutil. Os filtros de ar utilizados para remover a sujeira devem ser inspecionados e limpos periodicamente durante um período de tempo. Contaminantes químicos corrosivos e outros tipos, bem como certos tipos de contaminantes físicos causarão a deterioração dos filtros de ar. Isto pode causar a redução do ar de refrigeração e um aumento indesejado na temperatura operacional da unidade.

A isolação de todos os enrolamentos elétricos terá uma longa vida útil se operada dentro das faixas de temperatura, se limpas de acordo com as instruções e se não forem danificadas. Surtos de relâmpagos, picos de chaveamento, distúrbios gerais do sistema e outras condições de tensão anormais tem o potencial de causar danos dielétricos que podem causar um rompimento na isolação da espira e aterramento ao longo do tempo. Para máquinas de ventilação ambiente, a grande quantidade de ar ambiente que passa através da máquina e pelos enrolamentos pode fazer com que a isolação do enrolamento seja desgastada e até mesmo rompida por partículas abrasivas, partículas condutoras, umidade e sujeira normal.

Criticidade da aplicação

O proprietário deve avaliar a natureza crítica da aplicação desta máquina e sua relação com a economia do tempo parado e quebra de produção.

Abaixo estão relacionados três categorias sob Peças de Reposição Recomendadas.

1. Não crítico - Proteção Mínima (peças básicas)
2. Semi crítico - Proteção Adequada
3. Critico - Proteção Total

Estas recomendações foram feitas para auxiliar o proprietário a desenvolver um Programa de Planejamento de Proteção para as partes a serem mantidas em estoque.

Peças de Reposição Recomendadas

A lista recomendada de peças de reposição é a seguinte:

1. Aplicação Não Crítica - Peças Básicas - Proteção Mínima (um conjunto de cada item, como fornecido originalmente)

   Mancais

   *Anéis de Óleo

   *Selos de Óleo

   *Filtro de Ar

   *Escovas, Suportes e Coletores da Escova

   *Diodos Retificadores

   *Retificadores Controlados de Silício

*Nota: *Quando Equipado*

2. Aplicação Semi Crítica - Proteção Adequada (um conjunto de cada item, como fornecido originalmente)

   As primeiras 7 peças do item "1" (se aplicável)

   Núcleo do Estator Pré-enrolado

   Pólos Enrolados do Rotor Síncrono

   Excitatriz do Rotor
Excitatriz do Estator
Conjunto Retificador } Síncronas

3. Aplicação Crítica ou Múltiplas Unidades - Proteção Total (um conjunto de cada item, como fornecido originalmente)

   As primeiras 7 peças do item "1" (se aplicável)

   Rotor

   Estator

   Excitatriz do Rotor
Excitatriz do Estator
Conjunto Retificador } somente Máquinas Síncronas

Solicitação das Peças

Uma visão geral da máquina é fornecida na seção intitulada "Identificação das Partes" neste Manual de Instruções. Quando solicitando peças ou procurando por informações complementares de seu contato na General Electric, inclua número serial e o número do modelo da máquina, bem como a classificação e código de referência da seção "Identificação das Partes".

Transmissão por Corrente e Correia

Geral

A transmissão por corrente ou correia proporciona um torque devido a um desequilíbrio na tensão entre as duas seções da corrente ou correia. Assim, existe uma força lateral desequilibrada na polia da correia ou pinhão da corrente. A força lateral é transmitida ao mancal do motor acionador e é um componente significante na magnitude e direção da carga do mancal.

A capacidade do motor em distribuir um torque por um acionador de corrente é uma função da potência, velocidade e mancais do motor. A menos que o motor tenha sido adequadamente solicitado para este tipo específico de acionamento, este não deve ser empregado sem antes consultar a fábrica através do representante General Electric mais próximo.

Motores acionadores de correia e corrente podem ser fornecidos com trilhos deslizantes para ajustar a tensão da correia. Tais trilhos deslizantes devem ser nivelados e ajustados como descrito para os chumbadores e sapatas na seção "Montagem". Os trilhos deslizantes devem ser posicionados de modo que o eixo geométrico do eixo do motor acionador e o eixo geométrico do equipamento acionado estejam paralelos e que a linha de centro da polia da correia ou pinhão da corrente no motor acionador estejam no mesmo plano vertical que a polia ou pinhão do equipamento acionado. A localização relativa do motor acionador e o equipamento acionado deve permitir o aperto ou a soltura da correia ou corrente. A polia da correia ou pinhão da corrente devem ser montados com critério, o mais próximo possível da tampa lateral do motor.

Para acionadores de correia em V, alinhe a polia ou roldana com cuidado considerável para evitar o empuxo axial nos mancais. A tensão da correia deve ser tal que evite o desengate quando em plena carga. Uma tensão de correia muito grande causará uma carga muito grande no mancal, maior que a necessária, resultando em um aumento do aquecimento e desgaste no mancal. É incorreto apertar demasiadamente a tensão da correia em cargas de alta inércia, a fim de evitar o desengate e o "chiado agudo" da correia durante o período de aceleração. A tensão da correia deve ser ajustada para apenas evitar o desengate quando em plena carga, condições de velocidade total e para permitir o deslizamento durante a aceleração.

A taxa de tensão, taxa de tração e a velocidade periférica da correia não deve exceder os seguintes valores:

Tipo da Correia	Taxa de Tensão	Taxa de Tração	Velocidade Periférica da Correia*
Correia V	7/1	8/1	5000 pés/minuto

**A menos que recomendado diferentemente pelo fabricante da correia.*

Para acionadores de corrente, ajuste o comprimento da corrente relativo à distância entre as linhas de centro da roda dentada para permitir um ligeiro arqueamento da corrente em seu espaço de folga ou lado. A distância entre as linhas de centro da roda dentada não deve ser menor que o diâmetro da roda dentada maior, mais o raio da menor. A distância máxima aceitável pelo fabricante da corrente. A lubrificação e manutenção da corrente deve ser feita de acordo com as instruções do fabricante da corrente.

Descrição da Máquina

Tipo de Encapsulamento

Um encapsulamento totalmente selado, refrigerado água-para-ar é obtido pela utilização de um trocador de calor ar-para-água, que transfere o calor do ar de recirculação interna para a água de resfriamento externa.

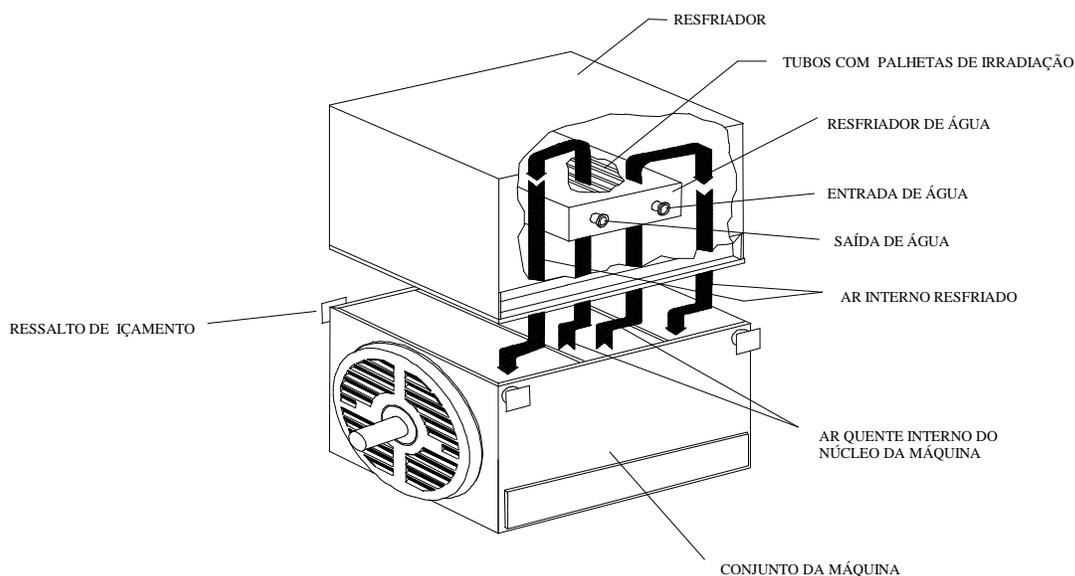
Construção Geral

A unidade consiste de dois grandes conjuntos: (1) o conjunto da cobertura superior e (2) o conjunto da máquina. O conjunto da cobertura superior é montado sobre a carcaça e contém o trocador de calor ar-para-água. O conjunto da máquina contém o núcleo do estator pré-enrolado, rotor, tampas laterais e mancais que suportam o rotor (consulte a seção intitulada "Conjunto da Máquina"). Máquinas síncronas também possuem uma excitatriz sem escovas ou anéis coletores e escovas. A caixa de terminais de energia e caixa de terminais dos acessórios são montadas na carcaça.

Cobertura Superior

O conjunto da cobertura superior consiste da cobertura superior e do trocador de calor ar-para-água tipo superfície. A cobertura superior proporciona a estrutura de suporte para o trocador de calor e forma as passagens do fluxo de ar para o ar de refrigeração de recirculação interna.

O trocador de calor com tubos com palhetas de irradiação é suportado ao longo de seu comprimento total dentro da cobertura superior. Conexões de tubulação com flange e placas da cobertura da caixa de água permitem um fácil acesso para limpeza dos tubos sem a remoção do trocador de calor desta cobertura ou interrupção das conexões de água. Os defletores estão localizados abaixo do trocador de calor para evitar que a condensação e vazamento dos tubos derrame água dentro dos enrolamentos da máquina. São fornecidas condições para detectores de vazamento de água.

O rotor e os ventiladores internos circulam o ar interno através das partes ativas da máquina. O ar interno aquecido sai pela área central da carcaça e entra na parte inferior intermediária da cobertura superior. Neste ponto o ar passa ao redor dos defletores de goteira e sobe através das superfícies externas das palhetas dos tubos no trocador de calor, onde acontece a troca de calor entre o ar interno e a água de resfriamento. Então o ar refrigerado se separa, faz um giro de 180 graus e flui para baixo, para dentro de ambas as extremidades da máquina para entrar novamente na máquina e repetir o caminho de circulação.

Conjunto da Máquina

Geral

O conjunto da máquina consiste da carcaça, tampas laterais, cobertura das tampas laterais, defletores de ar, núcleo do estator e bobinas, rotor, caixa de terminais de energia, caixa de terminais de acessórios e mancais.

A fabricação da carcaça foi projetada para direcionar o peso da unidade e a reação do torque para a base. O conjunto também direciona o ar de resfriamento através das partes ativas da máquina.

Na cobertura superior da máquina, o ar de resfriamento da cobertura superior entra no topo da carcaça pelas duas extremidades. O ar é então direcionado pelos defletores de ar para dentro dos dois ventiladores em cada extremidade do rotor, onde a pressão é aumentada. Isto faz com que o ar flua através das passagens de ar no rotor e no estator. O ar frio remove o calor do núcleo e das bobinas enquanto passa pela superfície destas partes ativas. Finalmente, o ar aquecido é descarregado ao redor da parte externa do núcleo do estator, onde é direcionado para cima e para dentro da cobertura superior.

Em uma máquina à prova de goteira, o ar de resfriamento entra na carcaça através das aberturas nas tampas laterais. O ar é então direcionado pelos defletores de ar para dentro dos dois ventiladores em cada extremidade do rotor, onde a pressão é aumentada. Isto faz com que o ar flua através das passagens de ar no rotor e no estator. O ar frio remove o calor do núcleo e das bobinas enquanto passa pela superfície destas partes ativas. Finalmente, o ar aquecido é descarregado ao redor da parte externa do núcleo do estator e através das aberturas laterais da carcaça.

Carcaça

A carcaça retangular fabricada mantém as várias outras partes da unidade em suas posições corretas durante a operação e posiciona o acionador no alinhamento axial vertical correto com o equipamento acionado.

A carcaça inclui:

4 ressaltos de içamento - 2 em cada lateral - próximos às extremidades da carcaça

4 apoios de aterramento - 2 em cada lateral inferior - próximos às extremidades da carcaça

No encapsulamento da cobertura superior: 2 placas de cobertura de acesso vedadas, uma em cada lateral inferior da carcaça. As placas cobrem o comprimento total da carcaça, os furos de acesso para os parafusos da fundação, pinos guia e aquecedores de ambiente.

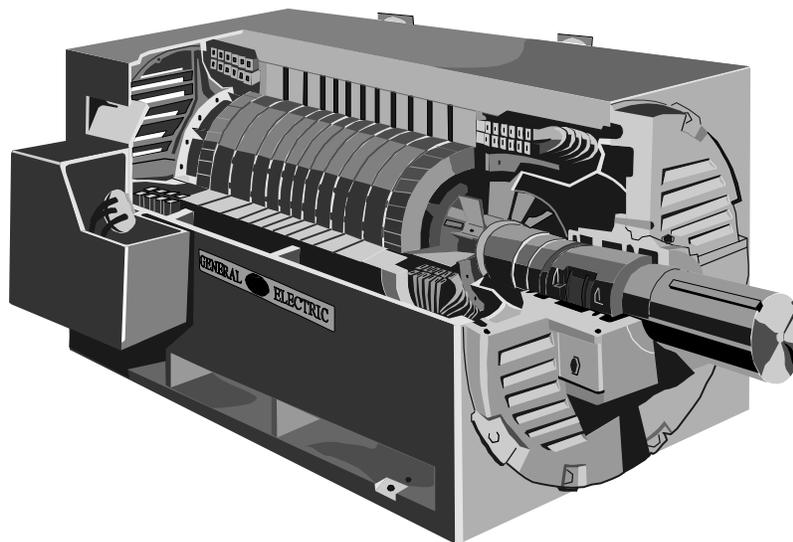



Fig. 1. Conjunto da máquina à prova de goteira

Tampa Lateral

Uma tampa lateral é fornecida em cada extremidade da carcaça para sustentar e posicionar o rotor com relação ao conjunto do estator. As coberturas laterais suportam o peso do rotor e posicionam ou centralizam o rotor no estator, minimizando o desequilíbrio das forças magnéticas.

A tampa lateral é usinada com um rebaixo de encaixe para unir com a carcaça blindada e para montar o conjunto do mancal.

Defletor de Ar

O defletor de ar é preso com parafusos na placa vertical da carcaça próximo a cada extremidade da carcaça. Este envolve o ventilador circunferenciamente e direciona o ar de resfriamento para o vórtice do ventilador e evita que o ar pressurizado recircule novamente através do ventilador. O defletor de ar é feito de fibra de vidro reforçada, moldado com resinas termofixas e é dividido na linha de centro horizontal a fim de facilitar a montagem e desmontagem.

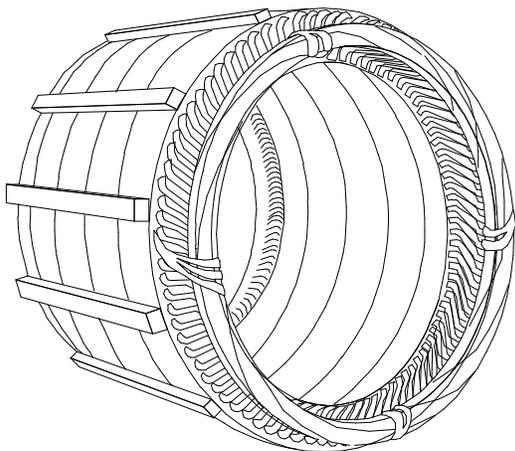



Fig. 2 Núcleo do Estator Pré Enrolado

Núcleo do Estator e Bobinas

O núcleo do estator e bobinas (juntamente com as partes equivalentes do rotor) constituem as partes eletromagnéticas ativas da máquina. O núcleo do estator é pré-enrolado, isto é as bobinas do estator são enroladas no núcleo antes de instalar o núcleo na carcaça.

O núcleo é feito de lâminas segmentadas puncionadas de aço silício magnético. As lâminas são posicionadas e empilhadas com precisão para manter o diâmetro interno verdadeiro. O núcleo é construído axialmente com pacotes de lâminas separadas pelos dutos radiais de ar.

As flanges do estator estão localizadas em cada extremidade do núcleo do estator para manter as lâminas juntas em compressão. A pressão interlaminar é mantida por cintas de aço que correm axialmente por todo o diâmetro externo do núcleo empilhado, a partir da placa anular em uma extremidade do núcleo para a outra extremidade. Estas cintas de metal são soldadas nas placas da extremidade enquanto o núcleo está sob forte pressão axial.

As bobinas do estator são formadas a partir de fios de cobre retangulares isolados. A isolação do fio consiste de vidro esmaltado e/ou materiais resistentes à corona. A isolação do fio é sobreencapada com fita de mica para uma proteção adicional contra picos de tensão, se necessário. As bobinas montadas são isoladas para terra com uma fita de mica que é sobreencapada com fita de vidro para proteção física.

Para máquinas na faixa de 6000 Volts e acima, um material semicondutor é aplicado na parte da abertura das bobinas e acabada além do núcleo para proporcionar a proteção corona.

As bobinas são enroladas no núcleo do estator e calçadas dentro das aberturas com cunhas de fibra de vidro reforçadas. Os suportes são então adicionados às extensões das bobinas além das extremidades do núcleo do estator. O núcleo do estator pré-enrolado é impregnado com pressão de vácuo com resina de epóxi e então curada na estufa.

Cobertura Superior e Trocador de Calor

Geral

A cobertura superior está descrita na seção intitulada "Descrição da Máquina". Considerações de instalação e operação importantes do trocador de calor estão cobertas na seção intitulada "Trocador de Calor Ar-Para-Água" e na seção intitulada "Instalação". É recomendado que as informações nestas seções sejam revisadas antes de executar a manutenção da cobertura superior e trocador de calor.

Manutenção

A manutenção da cobertura superior e do trocador de calor consiste em manter o interior dos tubos de água livres de contaminação e corrosão da água, manter o exterior dos tubos livres da contaminação do ar, prevenir e corrigir qualquer vazamento de água, para evitar danos mecânicos e verificar a pressão, fluxo, temperatura e qualidade da água de resfriamento. A taxa projetada de fluxo, temperatura máxima e queda máxima de pressão da água são mostradas na placa de identificação. A eficiência da transferência de calor do trocador de calor é afetada por todos os itens acima.

A água de resfriamento que entra no trocador de calor deve estar na taxa de fluxo projetada quando a temperatura da água estiver na temperatura máxima de projeto na placa de identificação. A água deve estar razoavelmente limpa e livre de contaminação química para se alcançar uma longa vida útil dos tubos e uma limpeza de tubulação pouco freqüente. Se o fluxo da água for menor que o fluxo projetado na temperatura máxima da água ou exceder as exigências máximas de temperatura na placa de identificação, a máquina irá operar em uma temperatura maior que a normal, que pode afetar contrariamente a vida da isolação do enrolamento. A contaminação física e química na água de resfriamento pode causar incrustações e corrosões no tubo, ambos irão afetar a vida útil do tubo e fazer com que a unidade opere a uma temperatura maior que a normal.

Pelas razões acima, é recomendado que os tubos sejam inspecionados após um mês de operação para condições severas e após três meses para condições limpas. Esta freqüência de inspeção deve ser seguida por pelo menos dois períodos após a inicialização (a menos que seja sabido que as condições da água de resfriamento tenham se alterado). Baseado nas condições observadas no interior dos tubos na segunda inspeção, a freqüência de inspeção deve ser ajustada conforme a necessidade.

Quando dando manutenção na cobertura superior e trocador de calor, certifique-se primeiro que a máquina tenha sido parada e que a tensão tenha sido removida de todos os circuitos. Feche as válvulas de água do resfriador. Drene a água do resfriador utilizando os drenos e aberturas apropriadas (este pode estar pré-soldado na instalação para evitar o derramamento na máquina). Certifique-se que toda a água do trocador de calor tenha sido drenada e então remova a placa da cobertura em cada extremidade do resfriador (cada lado da unidade) removendo os parafusos que a prendem na caixa de água. Não danifique as guarnições entre a cobertura e a caixa de água. As guarnições devem ser inspecionadas e reutilizadas na remontagem, se possível Guarnições de reserva devem estar disponíveis antes do início de qualquer limpeza para o caso das guarnições estarem danificadas.

O interior dos tubos pode ser limpo pelo lançamento de um jato de água de alta velocidade. Para incrustações mais graves, utilize uma escova rotativa rígida não metálica. Cada tubo deve ser inspecionado e limpo individualmente. Tome cuidado para certificar-se de não utilizar ferramentas abrasivas que podem riscar o interior da superfície do tubo. Os riscos tendem a causar uma corrosão mais severa e pode resultar subseqüentemente na falha imediata naquele ponto.

Inspecione a parte externa dos tubos pela remoção do trocador de calor da cobertura superior. Para fazê-lo, remova os parafusos que prendem o trocador de calor na cobertura superior e então deslize-o através das aberturas retangulares nas duas laterais da cobertura superior. Deve ser utilizado um cabo para sustentar o trocador de calor enquanto este é puxado para fora. Inspecione por contaminação a parte externa dos tubos e palhetas. A menos que as condições ambientais sejam limpas, é provável que muita sujeira tenha se acumulado sobre os tubos e palhetas. Para qualquer limpeza, tome cuidado para não danificar as superfícies das palhetas. Utilize um aspirador de pó com ponta ou haste plástica apropriada. Seja cuidadoso para evitar danos às palhetas.

O procedimento de montagem é a seqüência inversa da desmontagem. Um tubo com vazamento pode ser temporariamente reparado selando-se ambas as extremidades com um plugue não ferroso, em uma emergência. Esta prática deve ser utilizada somente em emergências, e o número total de tubos fechados pode ser no máximo cinco por cento sem afetar seriamente o desempenho. Trocadores de calor ar-para-água podem ser reconstruídos com novos núcleos. Esta condição deve ser considerada quando mais que 5 % dos tubos tiverem sido fechados. É recomendado que o retrabalho seja feito pelo fabricante original ou por uma empresa qualificada. A placa de identificação do trocador de calor relaciona o nome do fabricante.

Trocador de Calor Ar-Para-Água

Geral

Máquinas totalmente seladas refrigeradas ar-para-água contém um trocador de calor ar-para-água na cobertura superior. Válvulas de fechamento de água devem ser instaladas nos dutos condutores de entrada e saída de água de e para o trocador de calor. Quando instalando a tubulação para o trocador de calor, deve-se tomar cuidado para evitar a tensão dos dutos que coloca uma força de torção na caixa de água. Se esta precaução não for seguida, podem ocorrer vazamentos nas juntas da guarnição entre a caixa de água e as coberturas, ou entre a caixa de água e a chapa do tubo. Um medidor de fluxo deve estar sempre conectado na linha de fornecimento de água com contatos de alarme de fluxo alto e baixo. No caso de um vazamento interno no trocador de calor, a cobertura superior possui defletores de vazamento conectados a um adaptador externo para um condutor de água. Uma chave detectora de vazamento (se previamente solicitado) com contatos de alarme é conectada ao acoplamento externo para acionar um alarme. Se não solicitado anteriormente, existe a disponibilidade para instalação de uma chave.

A taxa do fluxo de água, temperatura máxima de entrada e queda máxima de pressão da água estão indicados na placa de identificação da máquina. Certifique-se que estes valores sejam atendidos. O fluxo de água através do trocador de calor deve ser regulado pela válvula de saída para assegurar que o trocador de calor opere cheio de água o tempo todo.

A operação eficiente do trocador de calor requer que não exista ar preso nos tubos do resfriador. Para evitar a captura de ar, um pequeno cano deve ser conectado a partir do acoplamento do respiro para o cano de descarga do resfriador, bem como qualquer outro ponto de respiro. É recomendado deixar que um pequeno fluxo de água passe continuamente para dar vazão a qualquer ar preso pelo suprimento de água.

A menos que especificado diferentemente na ordem de compra, o trocador de calor fornecido com esta máquina deve utilizar água limpa. Se a contaminação da água de resfriamento for duvidosa, filtros adequados devem ser fornecidos para manter o tamanho máximo de partículas menor que 3/16 polegadas de diâmetro. As considerações da qualidade da água inclui salinidade, acidez ou alcalinidade, minerais na solução e a presença de partículas. Todos estes não devem estar em concentrações que possam erodir, trincar ou corroer os tubos. Se a máquina estiver localizada em um ambiente sujeito a temperatura de congelamento (menor ou igual a 0°C ou 32°F), devem ser tomadas providências para drenar o resfriador quando a unidade for desligada.

Após o trocador de calor ter sido preenchido com água e antes que a máquina seja energizada, todas as guarnições e juntas do resfriador devem ser descobertas durante o transporte ou instalação da unidade.

Retificador Rotativo (Sem Escovas)

Precauções de Segurança

ALERTA: *A ALTA TENSÃO E PARTES GIRATÓRIAS PODEM CAUSAR SÉRIOS FERIMENTOS. A UTILIZAÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO, COMO TODAS AS OUTRAS UTILIZAÇÕES DE ENERGIA CONCENTRADA E PARTES GIRATÓRIAS, PODEM SER PERIGOSAS. A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIO ELÉTRICO DEVE SER EXECUTADA SOMENTE POR PESSOAL QUALIFICADO.*
É RECOMENDADO A FAMILIARIDADE COM A PUBLICAÇÃO MG-2, PADRÃO DE SEGURANÇA PARA CONSTRUÇÃO E GUIA PARA SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MOTORES E GERADORES ELÉTRICOS, NORMA ELÉTRICA NACIONAL E PRÁTICAS LOCAIS DE RUÍDOS

PARA O EQUIPAMENTO COBERTO POR ESTE MANUAL DE INSTRUÇÕES, É IMPORTANTE OBSERVAR OS CUIDADOS DE SEGURANÇA PARA PROTEGER AS PESSOAS DE POSSÍVEIS FERIMENTOS. ENTRE VÁRIAS CONSIDERAÇÕES, AS PESSOAS DEVEM SER INSTRUÍDAS PARA:

?? *EVITAR O CONTATO COM OS CIRCUITOS ENERGIZADOS OU PARTES GIRATÓRIAS.*

?? *EVITAR INUTILIZAR OU DESATIVAR QUALQUER PROTEÇÃO OU DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.*

?? *EVITAR A LONGA EXPOSIÇÃO MUITO PRÓXIMA AO MAQUINÁRIO COM ALTOS NÍVEIS DE RUÍDO.*

?? *UTILIZAR OS CUIDADOS E PROCEDIMENTOS ADEQUADOS NO MANUSEIO, IÇAMENTO, INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EQUIPAMENTO.*

PRÁTICAS SEGURAS DE MANUTENÇÃO COM PESSOAS QUALIFICADAS SÃO PRIMORDIAIS. ANTES DE INICIAR OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO, CERTIFIQUE-SE QUE:

?? *O EQUIPAMENTO CONECTADO AO EIXO NÃO CAUSARÁ A ROTAÇÃO MECÂNICA.*

?? *OS ENROLAMENTOS DA MÁQUINA PRINCIPAL E TODOS OS DISPOSITIVOS AUXILIARES ASSOCIADOS À ÁREA DE TRABALHO ESTEJAM SEM ENERGIA E PERMANEÇAM DESCONECTADOS DA ENERGIA ELÉTRICA DURANTE O PERÍODO DE MANUTENÇÃO.*

SE O TESTE DE ISOLAÇÃO DE ALTA TENSÃO FOR NECESSÁRIO, OS PROCEDIMENTOS E CUIDADOS DESCRITOS NAS NORMAS NEMA MG-1 E MG-2 DEVEM SER SEGUIDOS.

A FALHA NO ATERRAMENTO ADEQUADO DA CARCAÇA DESTE MECANISMO PODE CAUSAR SÉRIOS FERIMENTOS PESSOAIS.
O ATERRAMENTO DEVE ESTAR DE ACORDO COM A NORMA ELÉTRICA NACIONAL E TOTALMENTE COERENTE COM AS PRÁTICAS LOCAIS DE RUÍDOS.

Introdução

Este manual de instruções descreve a instalação, ajustes, operação e manutenção das excitatrizes retificadoras rotativas. O equipamento consiste de uma excitatriz diretamente conectada (que é um pequeno gerador de corrente alternada) e um conjunto retificador para converter a corrente alternada para corrente direta para o campo da máquina síncrona principal. Veja Fig. 1. O conjunto retificador também pode executar certas funções de controle no circuito de campo da máquina principal.

Descrição

A Figura 2 (Tipo G1) é um circuito típico utilizado com geradores síncronos, a Figura 3 (Tipo M1) e a Figura 4 (Tipo M2) são circuitos típicos utilizados com motores síncronos. As tensões geradas no enrolamento da excitatriz rotativa são retificadas pelos diodos retificadores D1 até D6 e aplicadas ao enrolamento de campo da máquina síncrona.

Método de Operação

Gerador

Na Figura 2, um conjunto de varistores limita as tensões inversas nos retificadores para valores seguros, causadas por correntes de campo reverso induzido. O varistor é um resistor não linear e é deixado permanentemente no circuito.

Motor

Dependendo da aplicação e da capacidade de torque de aceleração do motor, Tanto uma excitatriz tipo M1 ou tipo M2 pode ser selecionada pelo projetista para fornecer margem de torque de aceleração complementar em um sistema de motor de velocidade constante.

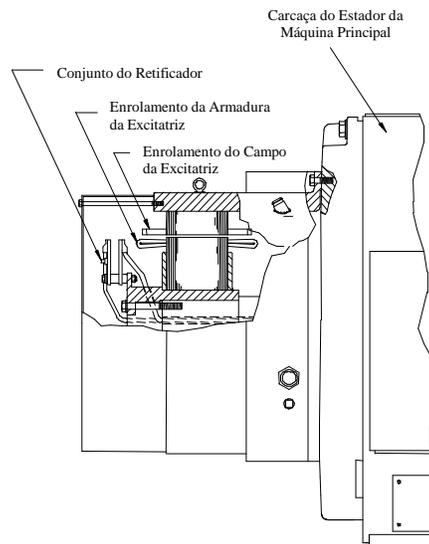



Fig. 1 Vista Cortada da Excitatriz sem Escovas Típico

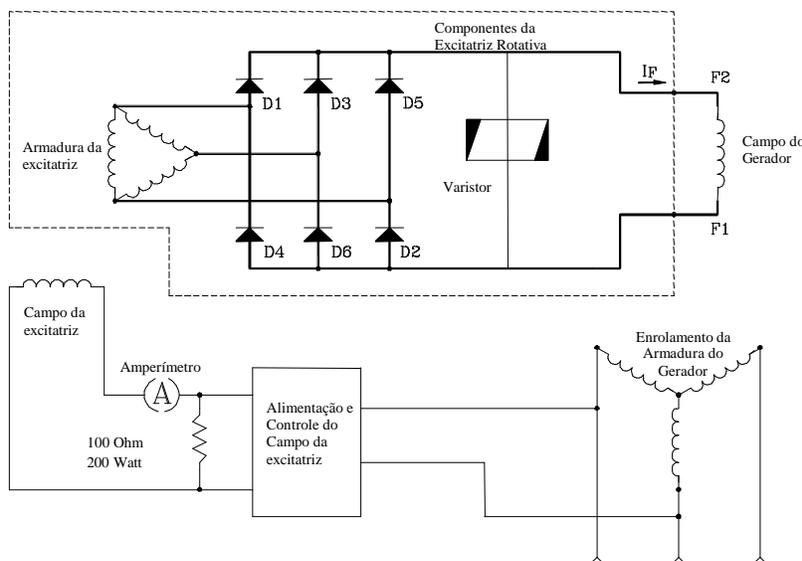



Fig. 2 Diagrama elétrico da excitatriz retificadora rotativa tipo G1 típico com gerador e regulador estático

Operação do Circuito M-1

O circuito tipo M-1 ilustrado na Fig. 3 funciona da seguinte maneira:

Durante a operação normal, a armadura da excitatriz e diodos retificadores D1 - D6 geram tensão DC retificada para fornecer a corrente de campo do motor de acordo com a corrente de campo da excitatriz, fornecida pelo alimentador e controlador do campo da excitatriz. Durante a operação normal, o SCR1 e SCR2 não conduzem. O filtro trifásico AC reduz o dv/dt que ocorre no circuito devido a operação normal de retificação e evita o "falso" disparo de SCR1 e SCR2 que poderia ocorrer em caso contrário.

Durante a partida do motor, o campo rotativo no estator do motor induz uma tensão AC muito alta no enrolamento de campo do motor, que é proporcional à taxa de espiras do estator de campo do motor e ao movimento do rotor, onde movimento = 1.0 - [velocidade do rotor (rpm) / - velocidade síncrona].

Para evitar danos ao sistema de isolação e a outros componentes do rotor, a excitatriz retificadora fornece um caminho de baixa impedância para o fluxo de corrente que reduz a tensão induzida para níveis toleráveis.

Quando a corrente de campo induzida I_f está na direção positiva (como indicado pela seta na Fig. 3), a ponte de diodos retificadores desviará a corrente de campo induzida com uma pequena queda de tensão de 3.0-5.0 Volts.

Quando a corrente induzida está na direção negativa a tensão AC do enrolamento de campo é positiva através de SCR1, SCR2 e circuito de "trigger" (gatilho). O circuito está disposto de modo que o circuito de trigger detecte a tensão completa. Enquanto a tensão AC aumenta, o circuito de trigger permite que os SCRs conduzam. O nível de tensão do circuito de trigger (230 Volts (11.5 Volts) está selecionado para estar acima da tensão de operação normal (125 Volts DC).

O Resistor de Shunt R, através do campo do motor, assegura que uma quantidade suficiente de corrente de campo esteja fluindo para proporcionar um travamento bem sucedido dos Tiristores SCR1 e SCR2 continuem disparando.

Assim que o motor se aproxima da velocidade síncrona, o valor da tensão de campo induzido é reduzido e a freqüência desta tensão se aproxima de DC. Em geral, um motor com um circuito tipo M-1 entrará em sincronismo na resistência de torque do motor.

A tensão de campo da excitatriz, que até este momento foi mantida desligada pelo alimentador e controlador do campo da excitatriz, agora pode ser aplicada aumentando a saída DC da excitatriz para os níveis normais de operação. Se os Tiristores SCR1 e SCR2 estão conduzindo quando a excitatriz tem uma saída significante, a conexão entre a junção de SCR1 e SCR2 e a fase AC da excitatriz permitirão o desligamento dos Tiristores quando a corrente de campo do motor induzida não for mais negativa.

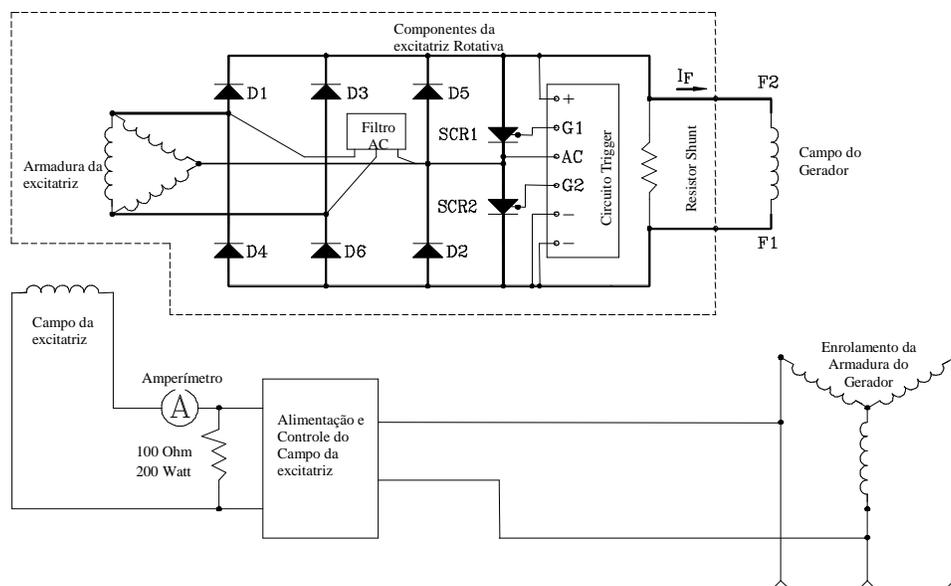



Fig. 3. Diagrama elétrico da excitatriz retificadora rotativa tipo M-1 típico com motor síncrono

Operação do Circuito M-2

O circuito M-2 ilustrado na Figura 4, fornece as mesmas funções de circuito que o circuito M-1 para permitir que a corrente de campo induzida flua durante a aceleração do motor enquanto protege o sistema de isolação e outros componentes do rotor de tensões potencialmente perigosas. Os tiristores adicionais e o Controle de Motor Síncrono são exigidos para aplicar e remover o resistor de descarga de campo do motor e para controlar a aplicação da saída da excitatriz para o enrolamento de campo do motor.

Durante a inicialização do motor, o campo da excitatriz pode ser energizado assim que o disjuntor do motor é fechado. Isto permite que a tensão de saída da excitatriz aumente enquanto a velocidade do motor aumenta. Neste momento o SCR2 não está conduzindo e nenhuma corrente é entregue para o enrolamento de campo do motor.

Quando a corrente de campo induzida I_f está na direção positiva como indicado pela seta na figura 4, a corrente flui através do resistor de descarga e diodo D7. Quando a corrente flui na direção negativa, o SCR1 está inicialmente bloqueando. A corrente negativa flui através do resistor shunt nº1 e a tensão aumenta rapidamente até que o controle dispare o SCR1 ao mesmo tempo (a aproximadamente 230 Volts para esta excitatriz 125 VDC nominal), a corrente de campo negativa flui através de SCR1 e o resistor de descarga. O resistor de shunt nº2 permite o fluxo de uma corrente suficiente na ativação de SCR1 para "travar" SCR1. O resistor de shunt nº2 é necessário para eliminar qualquer indutância presente no resistor de descarga que possa evitar a correta operação do circuito.

Quando o motor atinge uma velocidade pré-selecionada (normalmente 95 por cento), o Controle de Motor Síncrono começa a aplicar a tensão de saída da excitatriz ao enrolamento de campo do motor durante os meios-ciclos positivos da corrente de campo induzida pelo disparo de SCR2. Uma vez que a tensão de saída total do circuito aberto da excitatriz é aplicada, a capacidade de recolhimento do motor é mais completamente utilizada do que é possível com o circuito M-1. O resistor de shunt nº1 permite o fluxo de corrente o suficiente na ativação de SCR2 para "travar" SCR2. O resistor de shunt nº1 é necessário para eliminar a indutância do campo do motor que possa evitar a correta operação do circuito.

Por volta de 99 por cento da velocidade, o SCR2 é disparado continuamente de modo que, mesmo que o motor esteja ligeiramente carregado e a aceleração para a velocidade nominal ocorra antes que o controle possa reagir durante um meio ciclo positivo, a tensão de campo será aplicada.

O SCR3 no circuito M-2 fornece um circuito de desligamento para SCR1 no caso onde um distúrbio transiente aciona o resistor de descarga durante a operação normal. O controle do motor percebe uma tensão contínua através do resistor de descarga e dispara o SCR3. O SCR3 proporciona um caminho alternativo temporário para a corrente que desvia de SCR1 permitindo que este desligue. Quando a fase da excitatriz conectada ao SCR3 não estiver mais fornecendo corrente para o resistor de descarga, o SCR3 retorna para seu estado normal de bloqueio.

O capacitor e resistor em série reduzem ligeiramente a tensão aplicada ao Controle do Motor Síncrono e filtram "picos" que normalmente ocorrem durante a comutação da ponte de diodos retificadora da excitatriz (D1-D6).

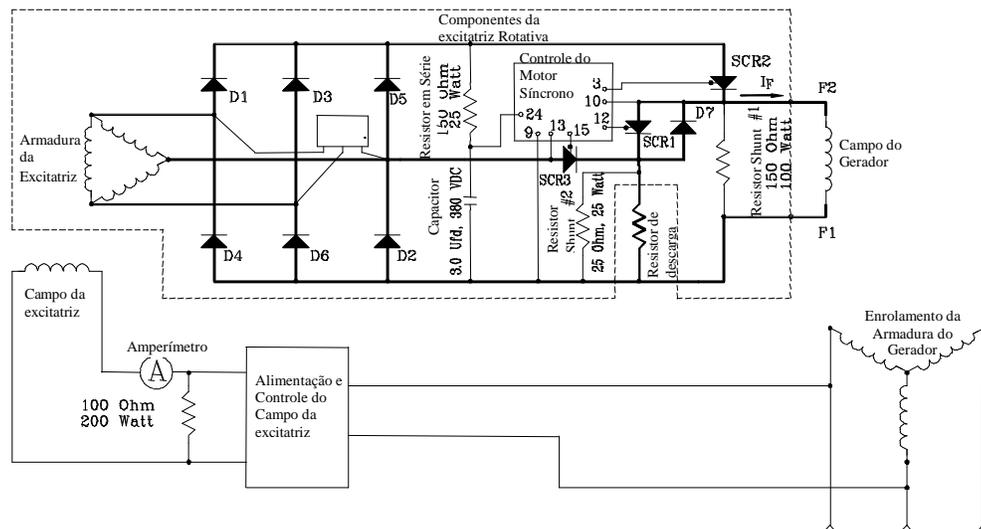



Fig. 4. Diagrama elétrico da excitatriz retificadora rotativa tipo M-2 típico com motor síncrono

Resincronização

Se o motor sair do sincronismo, o Circuito do Resistor de Descarga (M2) ou o Circuito de Descontinuidade do Tiristor (M1) torna-se operacional somente quando a corrente de campo induzida negativa torna-se maior que a corrente de campo normal do motor DC fornecida pela excitatriz antes desta condição de operação. A operação bem sucedida destes circuitos pode ser assegurada pela remoção da corrente de campo da excitatriz por pelo menos dois segundos após a perda de sincronismo. Quando o motor for capaz de absorver o aquecimento adicional gerado devido a este modo de operação, o controle do motor pode ser designado para a tentativa de resincronização.

Se o sistema de controle do motor for ajustado para resincronização após a perda, estas notas adicionais podem ser muito úteis.

1. A alimentação de campo da excitatriz deve ser removida por pelo menos dois segundos para permitir que a corrente de campo induzida do motor dispare o descarregador de campo (M1) ou a inserção do resistor de descarga (M2). Esta ação reduzirá os torques transientes que ocorrerão durante a resincronização.
2. De um modo geral, o período permitido para resincronização não deve exceder o tempo da seqüência de partida normal do motor sem antes consultar a fábrica.
3. Normalmente a descarga é necessária para uma resincronização bem sucedida.
4. O mecanismo de distribuição de controle do motor deve diferenciar entre uma falha para iniciar e uma perda de sincronismo, de modo que uma tentativa de resincronizar não ocorra imediatamente após uma falha de partida. As tentativas de resincronização devem estar limitadas aos intervalos de tempo como especificados para um determinado projeto de motor.

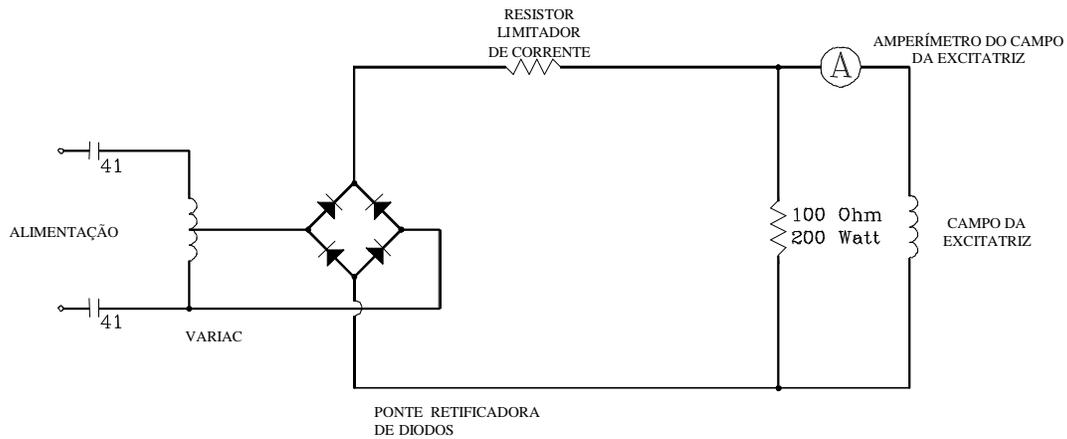
A alimentação de campo da excitatriz deve ser removida por dois segundos para permitir que a corrente de campo induzida do motor dispare o descarregador de campo (M1) ou a inserção do resistor de descarga (M2). Esta ação reduzirá os torques transientes que ocorrerão durante a resincronização.

Alimentação e Controle do Campo da Excitatriz

A alimentação e controle do campo da excitatriz fornece funções de controle necessárias para a operação bem sucedida do motor. Em geral, estas funções são coordenadas com o relé de proteção do motor e normalmente estão embutidas no mesmo gabinete de controle. É necessário que este controle seja fornecido com um relé de fator de potência ou dispositivo semelhante para controlar a remoção da alimentação do campo da excitatriz no caso de perda ou outros distúrbios de transiente.

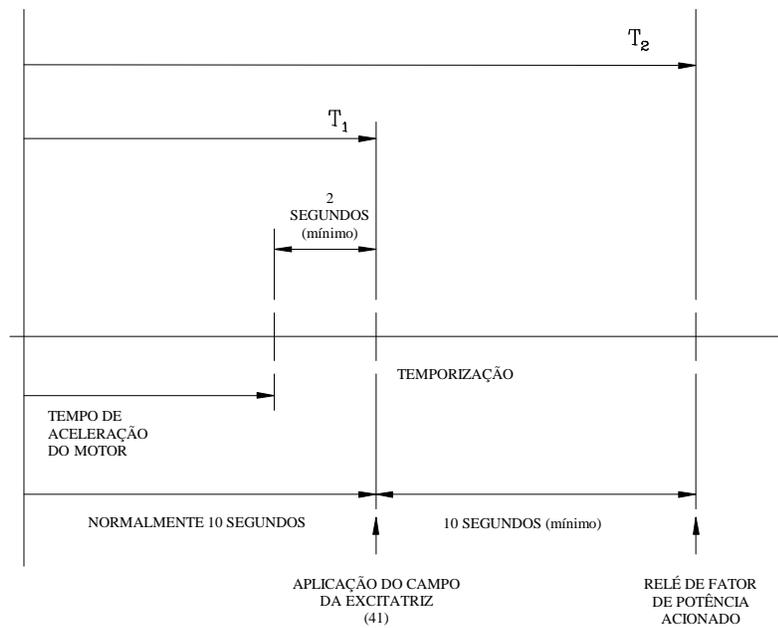
Uma vez que este equipamento pode ser fornecidos por outros fabricantes, alguns exemplos de disposição de circuito de controle e diagramas de seqüência estão ilustrados nas figuras 5 e 6.

ALERTA: *É POSSÍVEL DESENVOLVER UMA ALTA TENSÃO INDUZIDA ATRAVÉS DOS TERMINAIS DE CAMPO DA EXCITATRIZ DURANTE UMA OPERAÇÃO ANORMAL (FALHA DE UM COMPONENTE DO CIRCUITO RETIFICADOR). PARA LIMITAR OS DANOS SUBSEQUENTES AOS COMPONENTES DA ALIMENTAÇÃO E CONTROLE DO CAMPO DO EXCITADOR, É RECOMENDADO QUE UM RESISTOR FIXO DE 100 OHMS, 200WATTS SEJA COLOCADO ENTRE OS TERMINAIS DE CAMPO DA EXCITATRIZ. SE UM AMPERÍMETRO ESTIVER INCORPORADO PARA MONITORAR A CORRENTE DE CAMPO DO EXCITADOR, O RESISTOR DEVE SER COLOCADO NO LADO DE ALIMENTAÇÃO DO AMPERÍMETRO.*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.

Diodo Retificador PRV = 100 x $I_{Field\ Exciter}$ x 2.0

Exemplo: $I_{Field\ Exciter}$ = 3.3 A para operação do motor a plena carga

PRV = 660 Volts (mínimo)

Nota: $I_{Field\ Exciter}$ = Corrente de campo da excitatriz

Para Aplicações Típicas

$T_2 = 2.0 \times T_1$

Fig. 5 Aplicação Típica do Circuito M-1

Para uma aplicação típica do circuito M-2, o circuito de alimentação do campo da excitatriz é idêntico ao circuito M-1. O diagrama de temporização é diferente.

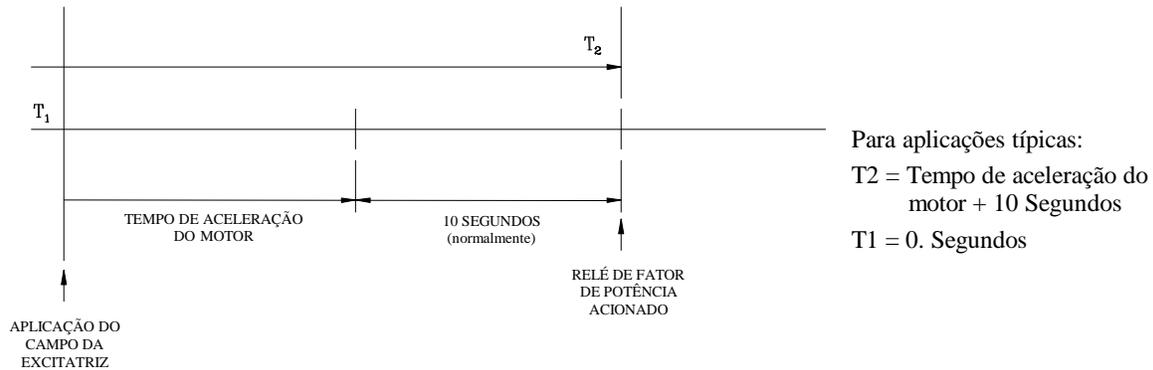
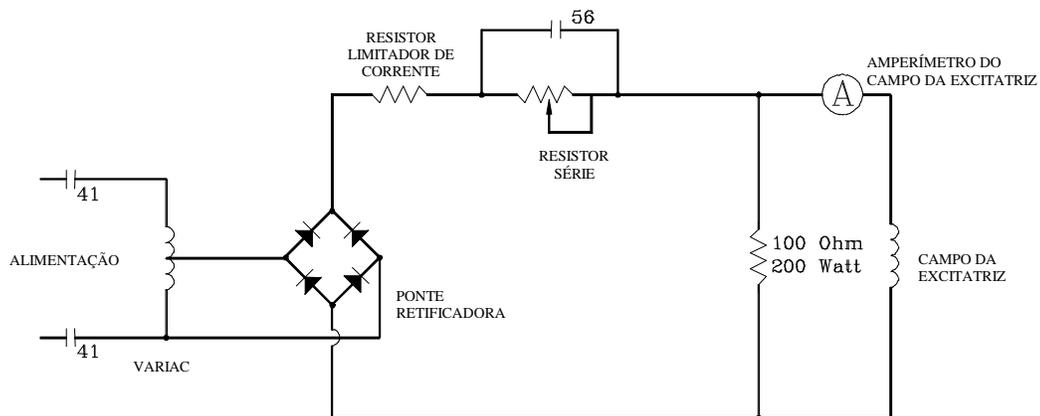



Fig. 6. M-2 Típico

Em algumas aplicações do circuito M-1 (isto é, faixas de excitatriz maiores) é desejável aplicar a corrente de campo da excitatriz em passos para evitar o aquecimento excessivo dos componentes do retificador durante a partida. Para isto, a seguinte disposição de circuito é recomendada.

Diodo Retificador PRV = 100 x $I_{Field\ Exciter}$ x 2.0

Exemplo: $I_{Field\ Exciter}$ = 3.3 A para operação do motor a plena carga

PRV = 660 Volts (mínimo)

Nota: $I_{Field\ Exciter}$ = Corrente de campo da excitatriz

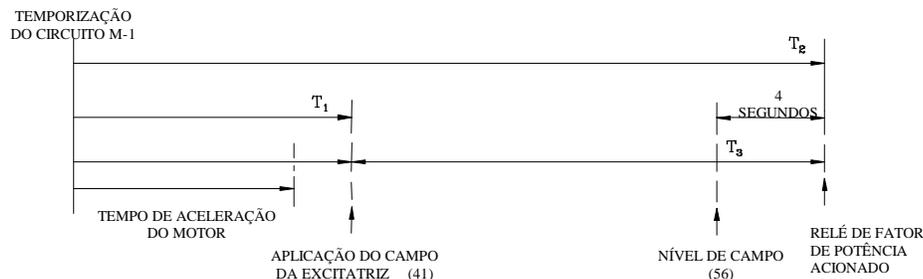
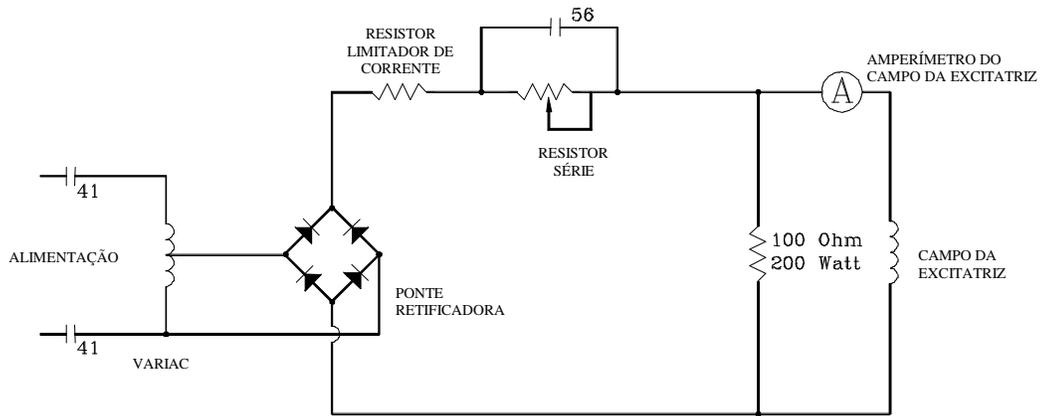



Fig.7. Aplicação do Circuito M-1 para Controle de Campo "Passo-a-Passo"

Em algumas aplicações severas do circuito M-1 (isto é, acionadores de alta inércia sem provisão de carga inicial), é desejável remover a corrente de campo da excitatriz ao final da seqüência de partida por um pequeno período. É possível que este procedimento exija uma aplicação em 2 passos da corrente de campo da excitatriz. (Relé 56 e Resistor).

Diodo Retificador PRV = 100 x $I_{Field\ Exciter}$ x 2.0
Exemplo: $I_{Field\ Exciter}$ = 3.3 A para operação do motor a plena carga
PRV = 660 Volts (mínimo)

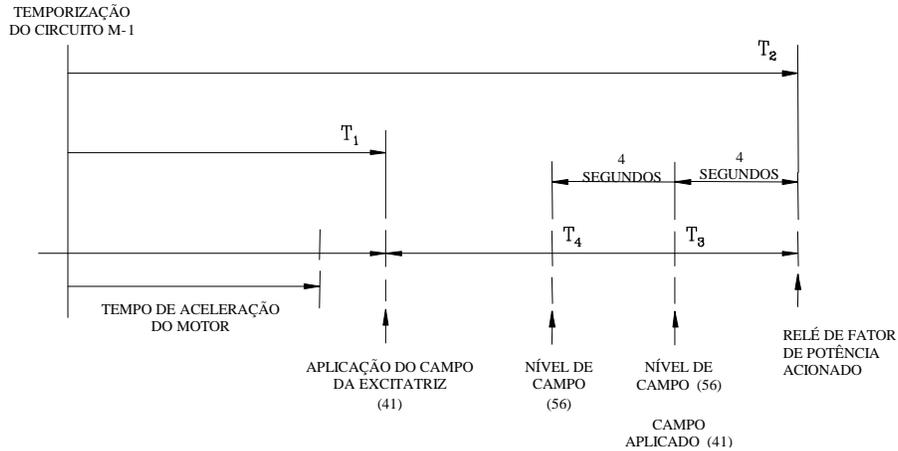
Nota: $I_{Field\ Exciter}$ = Corrente de campo da excitatriz

T2 = 2.x tempo de aceleração do motor + 8 segundos

Fig. 8. Aplicação de Circuito M-1 para Controle de Remoção de Campo

Operação

A excitatriz sem escovas é uma parte integrante do motor e foi completamente testada na fábrica. Todas as funções do circuito rotor são executadas automaticamente pelo equipamento e não é necessário nenhum procedimento operacional especial além da energização do campo da excitatriz.

Os dados da placa de identificação não devem ser excedidos. No entanto, algumas discrepâncias causadas pelas temperaturas de enrolamento de campo são normais. Se as leituras de teste diferem dos dados da placa de identificação, certas verificações devem ser feitas no sistema de excitação. Consulte a seção de Manutenção deste Manual de Instruções.

Qualquer mudança repentina na linha de tensão ou corrente observadas em uma máquina desregulada, sem uma mudança correspondente na carga ou ajuste do reostato do campo da excitatriz, sugere uma possível falha em um componente de excitação e deve ser investigado. Consulte a Tabela 2 da seção de Manutenção neste Manual de Instruções.

Manutenção

ALERTA: *ANTES DE INICIAR OS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO, DESCONECTE TODAS AS FONTES DE ENERGIA DAS MÁQUINAS E ACESSÓRIOS. RECOLOQUE TODAS AS CONEXÕES DE ATERRAMENTO, COBERTURAS E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO ANTES DE OPERAR.*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS PESSOAIS.

Inspeção e Manutenção

Um programa de manutenção e inspeção planejado e executado cuidadosamente resultará na disponibilidade máxima do equipamento e um custo mínimo de manutenção.

Quando for necessário reparar, recondicionar ou reconstruir seu aparato elétrico, é recomendado que um representante General Electric seja consultado.

O usuário deve consultar a seção de Manutenção do manual de instruções da máquina principal para instruções gerais relacionadas a limpeza, resistência de isolação e testes dielétricos. Veja a seção intitulada "Operação" e "Manutenção Geral".

Precauções

ALERTA: *DURANTE O PROCESSO DE MANUTENÇÃO, AS SEGUINTES PRECAUÇÕES DEVEM SER OBSERVADAS PARA EVITAR DANOS ÀS PARTES DOS COMPONENTES DO CONJUNTO DO RETIFICADOR OU ELEMENTOS DE CONTROLE:*

1. *COLOCAR NA ESTUFA OU AQUECER O ROTOR EXCITADOR:*

   CASO SEJA NECESSÁRIO COLOCAR NA ESTUFA OU AQUECER A EXCITATRIZ OU O ROTOR DA MÁQUINA PRINCIPAL COMO AO ENVERNIZAR OU NA SECAGEM DOS ENROLAMENTOS, É RECOMENDADO QUE O CONJUNTO DO RETIFICADOR SEJA REMOVIDO PARA EVITAR DANOS AOS COMPONENTES OU ISOLAÇÕES.

   PARA EVITAR DANOS À ISOLAÇÃO DO MOTOR NÃO EXCEDA A TEMPERATURA TOTAL DE 130°C.

2. *TESTES DIELÉTRICOS (ALTA TENSÃO) E RESISTÊNCIA DE ISOLAÇÃO:*

   NORMALMENTE TESTES DE ALTA TENSÃO NÃO SÃO RECOMENDADOS. SE ESTE TESTE FOR CONSIDERADO, CONSULTE A ÚLTIMA EDIÇÃO DO PADRÃO NEMA MG-1 PARA PRÁTICAS INDUSTRIAIS PARA A MÁQUINA A SER TESTADA.

   A TENSÃO MÁXIMA DE TESTE PERMITIDA PARA TESTES DE ALTA TENSÃO NAS EXCITATRIZES É DE 1250 VOLTS.

3. *PARA PROTEGER O CONJUNTO RETIFICADOR DE TESTES DE TENSÃO, ANTES DE EXECUTAR QUAISQUER TESTES DIELÉTRICOS OU DE ISOLAÇÃO:*

   CONECTE TODOS OS DISSIPADORES EXTERNOS COM TERMINAIS DE CLIPES. TAMBÉM DESCONECTE O EQUIPAMENTO DE CONTROLE ESTÁTICO NO GERADOR OU OS TERMINAIS DO ESTATOR DO MOTOR E A ENTRADA DE CAMPO DA EXCITATRIZ.

PARA INFORMAÇÕES MAIS COMPLETAS CONSULTE A PUBLICAÇÃO Nº 43 IEEE, PRÁTICAS PARA TESTE DE RESISTÊNCIA DE ISOLAÇÃO DE MÁQUINAS ROTATIVAS.

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.

Desmontagem do Retificador

O conjunto do retificador excitador pode ser removido para reparos ou substituição sem remover o rotor da excitatriz ou partes do estator. Siga o procedimento abaixo consultando a figura 9.

1. Remova os parafusos da cobertura da tampa lateral (7) e remova a cobertura.
2. Identifique e marque as conexões dos condutores (6) no conjunto do retificador. Consulte o diagrama elétrico apropriado do tipo do retificador para identificar os condutores.
3. Remova as conexões dos terminais entre o conjunto do retificador, excitatriz, campo da máquina principal e resistor de descarga (quando fornecido).
4. Marque a posição do retificador para assegurar a recolocação no mesmo local.
5. Remova os parafusos de montagem do conjunto do retificador (13) e remova o conjunto.
6. Para recolocar o conjunto do retificador, inverta o procedimento acima.

Desmontagem da Excitatriz

Manuseio

As partes da excitatriz devem ser manuseadas cuidadosamente para evitar danos aos enrolamentos, semicondutores e outras partes. Cabos ou blocos nunca devem ser utilizados ao redor ou contra os enrolamentos ou o conjunto do retificador, uma vez que estas partes podem ser danificadas.

O rotor da excitatriz é montado em um eixo tubular que então é ajustado na extensão do eixo da máquina principal. Quando removendo o rotor da excitatriz, deve-se tomar cuidado para suportar o peso do rotor da excitatriz enquanto este é removido da extensão do eixo.

> ***ALERTA:*** *QUANDO LEVANTANDO O ROTOR OU ESTATOR DA EXCITATRIZ UTILIZANDO PARAFUSOS DE OLHAL OU OUTROS DISPOSITIVOS DE IÇAMENTO PARAFUSADOS, CERTIFIQUE-SE QUE OS PARAFUSOS ESTEJAM CORRETAMENTE ROSQUEADOS E APERTADOS.*
>
> *A FALHA NESTA AÇÃO PODE RESULTAR EM FERIMENTOS PESSOAIS E DANOS AO EQUIPAMENTO.*

Desmontagem

A excitatriz pode ser removida para limpeza ou reparo utilizando o seguinte procedimento e consultando a figura 9:

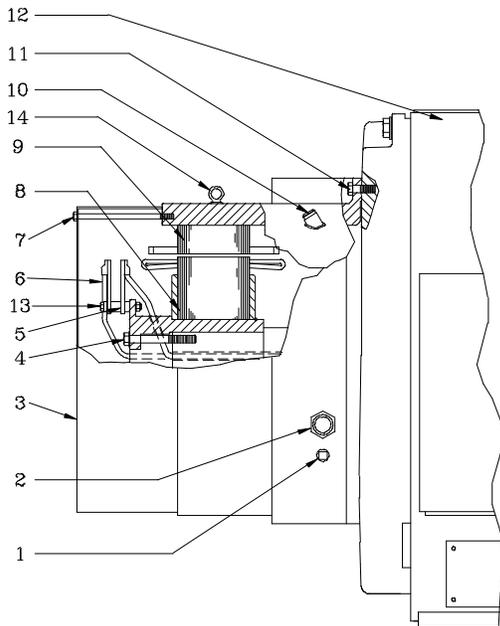
1. Remova os parafusos da cobertura da tampa lateral (7) e remova a cobertura.
2. Identifique e marque as conexões dos condutores (6) no conjunto do retificador. Consulte o diagrama elétrico apropriado do tipo do retificador para identificar os condutores.
3. Remova as conexões dos terminais entre o conjunto do retificador, excitatriz, campo da máquina principal e resistor de descarga (quando fornecido).
4. Marque a posição da excitatriz no eixo da máquina principal.
5. Remova os parafusos (4) que prendem o conjunto do rotor da excitatriz ao eixo da máquina principal. Deslize o conjunto do rotor da excitatriz para fora do eixo. Certifique-se de sustentar o conjunto durante a remoção.
6. Remova o duto de limpeza de graxa (1) e o duto de entrada de graxa (2), plugue de abastecimento de óleo (10) (quando utilizado) e todos os instrumentos de mancal.
7. Marque o local da carcaça da excitatriz na tampa lateral da máquina principal.
8. Sustente a carcaça da excitatriz com um cabo e então remova os parafusos de montagem da carcaça da excitatriz (11). Remova a carcaça da excitatriz.
9. Para recolocar a excitatriz, inverta o procedimento acima.

1. Duto de limpeza de graxa ou alojamento
2. Duto de dreno de óleo
3. Tampa lateral da excitatriz
4. Parafuso de retenção da excitatriz
5. Conjunto do retificador
6. Terminais de conexão do cabo
7. Parafuso da tampa lateral da excitatriz
8. Conjunto do rotor da excitatriz
9. Conjunto do estator da excitatriz
10. Plugue de abastecimento de óleo
11. Parafuso de montagem da carcaça da excitatriz
12. Conjunto da máquina principal
13. Parafuso de montagem do retificador
14. Olhal de içamento (somente excitatriz)

Fig. 9. Excitatriz sem Escovas Típico

Balanço Mecânico

O usuário deve consultar o manual de instruções da máquina principal para informações relacionadas ao balanço ou vibração.

NOTA: Caso seja necessário corrigir um problema de vibração pela adição de pesos à excitatriz, **NÃO** adicione pesos ao conjunto do retificador. Os pesos necessários devem ser adicionados à armação do rotor da excitatriz.

Substituição dos Dispositivos Semicondutores

NOTA: No texto a seguir, "semicondutor" será utilizado como um termo genérico compreendendo diodos SCR's e diodos Zener.

Caso seja necessário substituir qualquer um dos semicondutores, as seguintes instruções devem ser observadas:

É recomendado que semicondutores idênticos, como fornecidos originalmente, sejam utilizados na substituição. Os semicondutores a serem substituídos devem ser solicitados pelo código atual do fabricante ao invés do número de catálogo do dispositivo estampado na peça.

1. Sempre aperte ou solte um semicondutor girando a porca e mantendo o encaixe da chave no corpo fixo do semicondutor.
2. Limpe completamente o dissipador ao redor do furo de montagem do semicondutor. Certifique-se que não existam rebarbas que possam evitar que o semicondutor assente perfeitamente no dissipador. Esta superfície de montagem e a superfície de montagem do diodo devem estar niveladas, lisas e limpas para permitir a máxima transferência de calor do semicondutor para o dissipador.
3. Como os semicondutores podem ser danificados pelo calor excessivo durante a soldagem, aplique calor somente o suficiente para fazer a conexão de solda. Utilize somente solda com núcleo de resina. Limpe as superfícies antes de soldar. Tome cuidado na soldagem para evitar o superaquecimento do semicondutor e/ou uma solda fria.
4. Verifique a rosca na cabeça do semicondutor para certificar-se que esteja limpa e livre de rebarbas. A porca deve girar livremente com a mão no comprimento total da rosca. Se o semicondutor é um que foi removido e deve ser reinstalado, remova toda a cola "Loctite" da rosca da cabeça e da porca antes de instalar.
5. Antes da montagem do semicondutor, aplique uma camada de "Penetrox A" da Burndy ou uma pasta térmica equivalente na superfície de montagem do dissipador do semicondutor. Evite colocar a pasta térmica nos fios de rosca uma vez que os valores de torque são baseados em roscas não lubrificadas.
6. Instale o semicondutor em sua posição correta, instale a arruela de trava de modo que seu diâmetro externo esteja em contato com o dissipador (onde são utilizadas duas arruelas Belleville, seus diâmetros externos devem estar em contato), aplique uma ou duas gotas de Loctite "Trava Rosca" ou equivalente na rosca da cabeça do diodo, coloque a porca na cabeça e aperte

imediatamente até o torque apropriado. (Veja Tabela 1).

CUIDADO: *APÓS APLICAR A LOCTITE NA ROSCA DO SEMICONDUTOR E INSTALAR A PORCA, A PORCA DEVE SER APERTADA ATÉ O TORQUE APROPRIADO O MAIS RÁPIDO POSSÍVEL E ANTES QUE A LOCTITE COMECE A SOLIDIFICAR.*

A FALHA NESTA EXECUÇÃO PODE RESULTAR EM LEITURAS INCORRETAS DE TORQUE, MONTAGEM INADEQUADA DO SEMICONDUTOR E FALHA DO SEMICONDUTOR.

7. Quando instalando semicondutores, utilize uma chave de torque.

   As porcas de montagem do semicondutor devem ser apertadas de acordo com o torque máximo de rosca listados na Tabela 1. O torque mínimo não deve ser menor que 95 por cento do valor máximo. Antes de apertar, conecte os rabichos e gire o semicondutor de modo que os fios do rabicho estejam razoavelmente apertados.

Tabela 1 - Valores de Torque

Descrição	Tamanho da Rosca	Torque Máximo da Rosca	
		Lb-Pol	Lb-Pés
Diodo	1 / 4 - 28	30	2,5
Diodo	3 / 8- 24	100	8.3
Diodo	3 / 4 - 16	300	25
SCR	1 /2 - 20	150	12.5
SCR	3 / 4 - 16	300	25

NOTA: Ambos os tipos de semicondutores de polaridade direta e inversa são utilizados no conjunto do retificador da excitatriz. Normalmente a polaridade do semicondutor é indicada por uma seta no encapsulamento. Quando substituindo semicondutores, assegure-se que os retificadores substituídos em cada dissipador sejam de polaridade correta.

Substituição do Varistor

Caso seja necessário substituir os varistores, as seguintes instruções devem ser observadas:

1. Uma vez que os varistores possuem características especiais, estes devem ser substituídos somente por um do mesmo tipo como fornecido pelo fabricante do gerador.
2. Os varistores podem ser facilmente substituídos pela remoção da porca e do parafuso que prendem o conjunto do varistor ao dissipador. Quando removendo os varistores, observe como as partes estão montadas, de modo que o novo varistor possa ser instalado de maneira idêntica.
3. Antes de montar os novos varistores, verifique todas as superfícies de montagem como dissipadores, calços, isoladores e faces do varistor para certificar-se que estejam niveladas e lisas.
4. Quando instalando um novo varistor, aperte a porca e o parafuso que prendem o varistor ao dissipador somente o suficiente para fazer uma boa conexão elétrica. Um aperto excessivo pode rachar ou danificar o varistor.

Testando os Diodos

Os semicondutores são dispositivos de alta durabilidade e não exigem testes freqüentes para determinar seu estado ou condição. No entanto, se a qualquer momento suspeitar de diodos defeituosos, como poderia ser o caso em que foi observado que a excitatriz exige uma corrente de campo maior que a normal, estes podem ser testados do seguinte modo:

NOTA: Quando verificando semicondutores, deve ser observado a polaridade das pontas de teste com relação a polaridade do semicondutor.

1. Desconecte o diodo(s) a ser testado do circuito do retificador pela remoção da conexão de condutor flexível.
2. Utilizando um ohmímetro ou uma ponte com uma tensão de teste de pelo menos 1,5 Volts, meça a resistência de cada diodo em ambas as direções.

Um diodo em boas condições terá uma baixa resistência (até aproximadamente 100 ohms) em sua direção direta e uma resistência muito alta (aproximadamente 1 megohm ou superior) na direção reversa. Normalmente diodos defeituosos terão leitura zero ohms em ambas as direções.

Na maioria dos casos o método de ohmímetro anterior de teste de diodos é suficiente para indicar um diodo defeituoso. No entanto, em alguns casos extremos pode ser necessário aplicar uma tensão nominal de bloqueio e/ou corrente direta para detectar um diodo defeituoso. Devido ao esforço do teste exigido, pode ser menos dispendioso substituir o diodo.

Teste do Retificador Controlado

Desconecte o retificador(es) controlado a ser testado do circuito desconectando os terminais flexíveis.

Um retificador controlado em boas condições terá uma resistência muito alta em ambas as direções. Retificadores controlados defeituosos normalmente terão leitura de aproximadamente zero ohms em ambas as direções.

O circuito de gate (gatilho) terá uma baixa resistência (25 -100 ohms) em ambas as direções.

CUIDADO: *A APLICAÇÃO SUPERIOR A 10 VOLTS AO TERMINAL DE GATE DE UM RETIFICADOR CONTROLADO PODE DANIFICAR O CIRCUITO (GATE).*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.

Na maioria dos casos, o método de teste de ohmímetro acima é suficiente para indicar um retificador controlado defeituoso. A comparação das leituras dos dispositivos não defeituosos é muito útil.

Semicondutores do tipo disco devem estar sob pressão para se obter a leitura de ohmímetro correta. Um grampo C e duas placas de isolação podem ser utilizadas para aplicar pressão sem danificar as superfícies de montagem.

Teste do Varistor

Um varistor é um dispositivo cuja resistência diminui enquanto a tensão sobre este aumenta, assim fica difícil testar este dispositivo. No entanto, a resistência de um varistor, quando conferido com um ohmímetro, deve ser muito alta (aproximadamente 20.000 ohms a 20 Volts). Se sua resistência, quando conferida com um ohmímetro, for muito baixa, ou se houver qualquer dúvida quanto as suas características operacionais, este deve ser substituído.

Para informações completas sobre testes de semicondutores, consulte as instruções publicadas pelo fabricante do componente.

Teste do filtro

Geral

A unidade de filtro trifásico pode ser testada utilizando uma fase simples 120 Volts AC, 60 Hertz.

Testando

Aplique a tensão de fase simples (120 Volts RMS, 60 Hertz) em cada combinação de linhas do filtro (1-2, 2-3, e 3-1).

A corrente deve ser 0.015 ampères = 15 por cento, a 120 Volts, 60 Hertz. As três correntes obtidas devem estar dentro de +-10 por cento uma das outras.

ALERTA: *ANTES DE TESTAR E NA CONCLUSÃO DO TESTE, DESCARREGUE OS CAPACITORES CURTO-CIRCUITANDO OS TRÊS TERMINAIS. NÃO CONTATE OS TERMINAIS ANTES DE DESCARREGAR COMPLETAMENTE OS CAPACITORES, EXCETO COM O CONDUTOR DE CURTO-CIRCUITO ISOLADO DO PESSOAL.*

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTA PRECAUÇÃO PODE RESULTAR EM CHOQUE FATAL OU SÉRIOS FERIMENTOS.

Um amperímetro DC pode ser utilizado no lugar de um AC com o circuito de teste mostrado na Fig. 10. Com este circuito as leituras de corrente serão de 90 por cento dos valores AC.

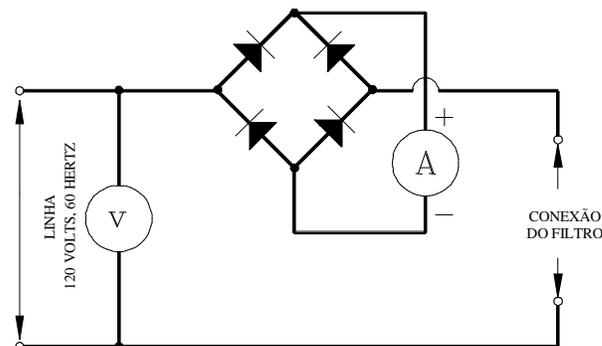



Fig. 10. Circuito de teste do filtro para utilização com amperímetro DC

Procedimentos de Reparo e Falha

Reparo

Os reparos devem ser feitos somente por pessoal qualificado utilizando os materiais e processos para qual o motor foi projetado. Para conservar a garantia durante o período de garantia, todos os reparos devem ser feitos em uma Assistência Técnica Autorizada General Electric ou outra assistência autorizada. Muitos reparos podem ser facilmente executados somente com as operações de montagem se as peças de reposição General Electric estiverem disponíveis. Se grandes reparos forem necessários (como o rebobinamento do estator), as instalações adequadas devem estar disponíveis e as precauções adequadas devem ser observadas.

ALERTA: *QUANDO QUEIMANDO ANTIGOS MATERIAIS DE ISOLAÇÃO OU QUANDO SOLDANDO PRÓXIMO A ISOLAÇÃO DURANTE O REBOBINAMENTO, UMA VENTILAÇÃO ADEQUADA DEVE SER PROVIDENCIADA PARA EVITAR EXPOR O PESSOAL À FUMAÇA PREJUDICIAL.*

A COMBUSTÃO DA FUMAÇA DE EXAUSTÃO DEVE SER REALIZADA E VENTILADA ADEQUADAMENTE PARA A ATMOSFERA EXTERNA.

A EXPOSIÇÃO DO PESSOAL ÀS PARTÍCULAS DE FIBRAS INORGÂNICAS NO AR DEVE SER EVITADA PELA VENTILAÇÃO ADEQUADA OU UMEDECENDO OS COMPONENTES REMANESCENTES DE ISOLAÇÃO APÓS A QUEIMA DOS MATERIAIS ORGÂNICOS.

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS AO PESSOAL.

Falha

ALERTA: *UMA SOBRECARGA EXTREMA OU FALHA ELÉTRICA PODE RESULTAR EM AQUECIMENTO OU ARCO VOLTÁICO QUE PODE FAZER COM QUE A ISOLAÇÃO SOLTE FUMAÇA PREJUDICIAL.*

COMO PRECAUÇÃO, TODA A ENERGIA DO CIRCUITO DO MOTOR DEVE SER REMOVIDA, MESMO QUE O CIRCUITO TENHA UMA PROTEÇÃO DE SOBRECARGA. O PESSOAL NÃO DEVE SE APROXIMAR DO MOTOR ATÉ QUE A VENTILAÇÃO ADEQUADA DA ÁREA TENHA ELIMINADO A FUMAÇA DO AR.

QUANDO AS COBERTURAS DE UM MOTOR SÃO REMOVIDAS APÓS UMA FALHA, DEVE-SE TOMAR CUIDADO PARA EVITAR INALAR A FUMAÇA DO INTERIOR DO MOTOR. PREFERIVELMENTE, DEVE-SE AGUARDAR QUE O MOTOR OU GERADOR RESFRIE ANTES DE INICIAR QUALQUER VERIFICAÇÃO OU REPARO.

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS AO PESSOAL.

ALERTA: *NUNCA UTILIZE ÁGUA EM QUALQUER EQUIPAMENTO ENERGIZADO ELETRICAMENTE, UMA VEZ QUE O CHOQUE ELÉTRICO PODE RESULTAR EM FERIMENTOS SÉRIOS OU FATAIS.*

NO CASO DE INCÊNDIO, DESCONECTE TODA A ENERGIA E UTILIZE UM EXTINTOR DE DIÓXIDO DE CARBONO PARA EXTINGUIR AS CHAMAS.

ANTES DE OPERAR QUALQUER MOTOR APÓS UMA SUSPEITA DE FALHA, ESTE DEVE SER INSPECIONADO POR DANOS.

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM FERIMENTOS AO PESSOAL.

Pesquisa de Defeitos no Sistema de Excitação

A Tabela 2 mostra uma série de possíveis defeitos e itens a serem verificados. Se houver quaisquer restrições sobre a correta operação do sistema, encaminhe as dúvidas para a General Electric.

Notas da Pesquisa de Defeitos

Ohmímetros digitais podem dar uma leitura incorreta se o circuito testado tiver componentes de armazenamento de energia (capacitores e indutores).

É recomendado um medidor do tipo D'Arsonvial (Simpson ou equivalente).

CUIDADO: *NÃO AUMENTE ESTAS CORRENTES DE ALIMENTAÇÃO DO CAMPO EXCITADOR ACIMA DOS VALORES DA PLACA DE IDENTIFICAÇÃO PARA CORRIGIR PROBLEMAS OPERACIONAIS - ISTO PODE RESULTAR EM FALHA SUBSEQUENTE.*

CUIDADO: *A FALHA DO RESISTOR DE DESCARGA DEVE SER REPARADA IMEDIATAMENTE ANTES DE REINICIAR UM MOTOR.*

INICIALIZAR UM MOTOR COM UM RESISTOR DE DESCARGA ABERTO SUBMETERÁ TODOS OS COMPONENTES DO RETIFICADOR E A ISOLAÇÃO DO ENROLAMENTO DO CAMPO A NÍVEIS DE TENSÃO PREJUDICIAIS OU DANOS AOS COMPONENTES.

A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.

Normalmente a falha em uma ponte de diodos (curto-circuito) causará um aumento aparente e incontrolável na corrente da excitatriz. Isto é provocado pela corrente de campo induzida causada pelo curto-circuito (diodo) de fase simples na excitatriz.

Quando despachado da fábrica, os componentes do retificador estão recobertos com EPANOL (um verniz transparente de secagem ambiente). Na pesquisa de defeito e reparo, deve-se tomar cuidado para limpar este material da conexão e superfícies de montagem do semicondutor que podem evitar o contato e a correta operação.

TABELA 2 – PESQUISA DE DEFEITOS

Problema	Tipo de Circuito	O que verificar:
O gerador não produz tensão.	G1	1. Perda residual da excitatriz ou insuficiente 2. Circuito aberto no sistema da excitatriz. Regulador defeituoso.*
Impossibilidade de atingir as condições operacionais normais.	Todos	1. Diodo defeituoso no circuito ponte.
	M2	1. O resistor de descarga está continuamente ativo. 2. Terminal de campo aterrado (ao eixo) Filtro defeituoso
	M1	1. SCR1 e/ou SCR2 curto-circuitados. 2. Módulo do circuito de trigger defeituoso. 3. Filtro defeituoso não suprimindo picos de comutação. Terminal de campo aterrado (ao eixo)
	G1	1. Varistores defeituosos.
O motor falha na sincronização	M1 e M2	1. Torque de carga excessivo. 2. Ponte retificadora defeituosa. Temporização de aplicação de campo inadequada no controle de partida. *
	M1	1. Abra a derivação central entre SCR e a ponte. SCR1 e/ou SCR2 defeituosos.
	M2	1. Abra o resistor de descarga. 2. SCR1 defeituoso 3. Módulo de controle do retificador defeituoso. Corrente de campo pré-ajustada da excitatriz muito baixa.
O motor falha na partida.	M1 e M2	1. Verifique o controle de partida. * Torque de carga excessivo.

* *Consulte o Manual de Instruções do Controle de Partida ou Regulador para informações mais detalhadas sobre a pesquisa de defeitos.*

NOTA: Caso as falhas indiquem um mal funcionamento em um circuito tipo M2, consulte a seção intitulada "Testes de Campo do Conjunto Retificador M-2" para os testes de diagnóstico deste circuito antes de consertar o conjunto retificador. É recomendado que chaves de torque e materiais como "Penetrox A" da Burndy e Loctite (ou equivalente) estejam disponíveis.

E necessário um teste funcional do Conjunto Retificador M-2 após as trocas de componentes e antes que o equipamento seja operado para assegurar que todas as conexões estejam corretas.

TABELA 3 – LISTA DE PEÇAS DE REPOSIÇÃO RECOMENDADAS

Equipamento		Número de máquinas em operação		
		1 - 4	**5 - 9**	**10 - 20**
Excitatriz	Excitatriz completa *	0	0	1
Rotor	Rotor completo * *	0	0	1
	Somente rotor * * *	0	0	1
Estator	Bobina solta	-	0	1 estator
	Pólos de campo do enrolamento	0	0	1 conj.
Conjunto do Retificador	Componentes semicondutores	1 conj.	1 conj.	2 conj.
	Caixa de controle ou Módulo de circuito de Trigger (quando necessário)	1	2	2
	Varistores e hardware do varistor (quando necessário)	½ conj.	1 conj.	2 conj.
	Resistor de descarga (quando necessário)	1 conj.	1 conj.	2 conj.

*   *A excitatriz completa inclui o rotor da excitatriz, o estator e o conjunto retificador.*
* *   *O rotor completo inclui o rotor da excitatriz e conjunto retificador.*
* * * *Não inclui o conjunto retificador.*

Teste do Módulo de Circuito de Trigger M-1

O módulo de Circuito de Trigger (gatilho) pode ser testado utilizando uma fonte de alimentação de 250 VDC, dois ampères e um voltímetro DC.

O circuito de trigger é testado enquanto conectado ao retificador. No entanto, a seguinte preparação é necessária:

1. Desconecte os terminais de campo do motor do conjunto retificador.
2. Desconecte os três terminais do rotor da excitatriz do conjunto retificador.
3. Desconecte os terminais negativos (2) do conjunto do resistor 130 Ohm conectado entre os terminais de conexão de campo do motor (o terminal negativo conecta-se ao dissipador negativo que pode ser identificado observando-se a extremidade radial que marca a polaridade do diodo distante da borda do dissipador).
4. Conecte a fonte de alimentação entre o dissipador negativo e os terminais desconectados do resistor como mostrado na figura 12.
5. Conecte o voltímetro entre o dissipador positivo e o dissipador negativo. Aumente a tensão vagarosamente observando o voltímetro - o circuito deve desarmar a 230 ? 11 Volts e a tensão deve ser bem baixa após o desarme.
6. Com a energia ainda aplicada, verifique a tensão entre o dissipador positivo e o comum entre os SCRs. A tensão deve ser bem baixa.

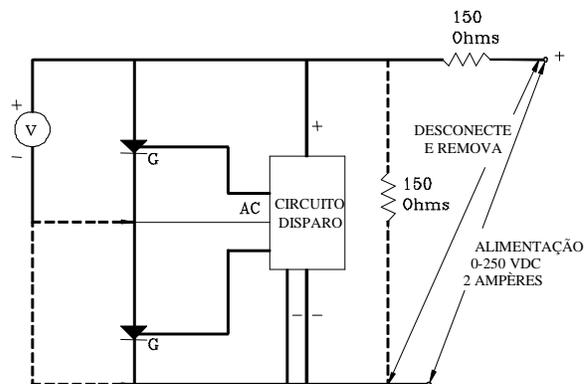
NOTA: Desconecte o campo do motor do conjunto retificador e o resistor de 150 Ohm.

250/150 = 1.567 Ampères
230/150 = 1.533 Ampères

Fig. 12. Teste do circuito de disparo

Teste de Campo do Conjunto Retificador M-2

Procedimentos de Testes de Campo

Os seguintes testes permitem uma rápida verificação e o diagnóstico dos problemas suspeitos em um Conjunto Retificador M-2 com o mínimo tempo de e equipamentos. Consulte o "Diagrama do Sistema de Excitação sem Escovas" fornecido separadamente para a disposição do circuito e números dos terminais utilizados para a unidade específica a ser testada.

Equipamentos Necessários

Os equipamentos necessários são os seguintes:

1. Um "Multímetro" padrão ou "Voltohmímetro" preferencialmente operado por baterias com uma tensão de fonte menor que 20 Volts.
2. Seis (6) baterias "B" 45 Volts e um potenciômetro adequado ou uma fonte de alimentação ajustável de 0-250 VDC com a saída não aterrada e filtrada para manter o ripple RMS a 5 por cento da tensão de saída ou menor.
3. Se for utilizada uma fonte de alimentação ajustável, também será necessária. uma bateria "B" de 45 Volts ou uma fonte de alimentação fixa separada.
4. Uma variedade de terminais de clipes.

Preparação

Antes de iniciar os testes:

1. Desconecte o conjunto retificador do campo do motor e o resistor de descarga do campo do motor (veja Figura 16).
2. Desconecte a extremidade do resistor shunt não indutivo número 1 que está conectado ao terminal 10 (ou F2). A extremidade que conecta ao terminal 9 (ou F1) pode permanecer (veja Figura 14).
3. Desconecte a extremidade do resistor shunt não indutivo numero 2 que está conectado no ponto de junção de SCR1, SCR3 e D7. A extremidade que conecta o terminal 9 (ou F1) pode permanecer (veja Figura 14).

Testes dos Componentes de Potência

Os componentes de potência que estão sob suspeita devem ser isolados e testados com um ohmímetro. Consulte os parágrafos "Teste de Diodos" e "Teste do Retificador Controlado".

Teste de Operação do Retificador Controlado de Silício (SCR)

O resistor de carga (na Figura 13) pode ser o resistor shunt no conjunto retificador ou pode ser utilizado um resistor em separado. O valor ôhmico do resistor deve estar dentro da faixa de 200 a 500 ohms. As chaves mostradas são opcionais. Os SCRs sob teste são os que estão instalados no conjunto retificador. Exceto quando mencionado, todas as outras conexões podem ser feitas nos terminais da caixa de controle (Controle de Motor Síncrono).

SCR de Ativação de Campo

Conecte como mostrado na Figura 13. Aproximadamente 1/2 segundo após a tensão ter sido aplicada ao terminal 24, o SCR deve ter o gate ativado e uma tensão será medida sobre o resistor.

Quando são utilizados SCRs em paralelo, é necessário desconectar os terminais de gate dos SCRs e testá-los um por vez a fim de determinar qual SCR será ativado. Os terminais 5 e 6 também são utilizados para os sinais de gate "field-on" (campo ativo), porém todos os terminais não serão necessariamente encontrados ou utilizados em cada unidade.

Fig. 13. Conexão de teste do SCR "field-on"

SCR de Ativação do Resistor de Descarga

Conecte como mostrado na Figura 14. Aumente vagarosamente a tensão aplicada ao terminal 10 até que ocorra o disparo como indicado por uma súbita queda na tensão de alimentação. Este gatilho deve ocorrer a 230 Volts ? 5 porcento.

Após ocorrer o disparo, verifique a tensão entre os pontos 10 e 13. Se o SCR de ativação do resistor de descarga estiver atualmente ativado, esta tensão deve ser de 1 Volt ou menor. Se o SCR não estiver ativo, a tensão estará na casa de 25 a 75 por cento da tensão remanescente entre os pontos 10 e 9.

O SCR de ativação do resistor que não ativar durante o teste deve ser substituído por um novo.

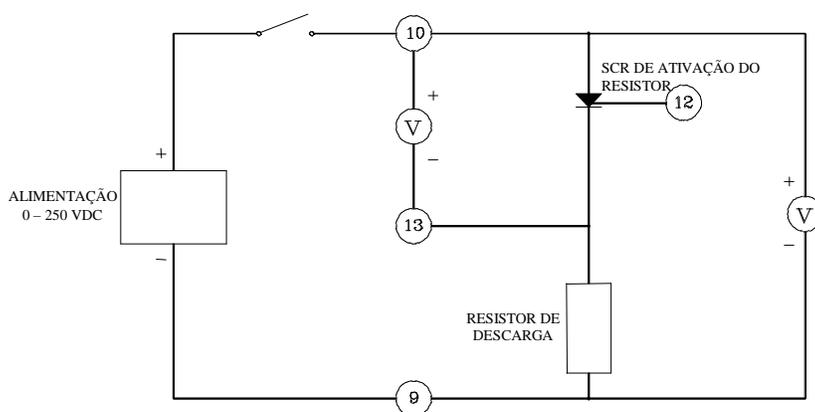



Fig. 14. Conexão de Teste do SCR de ativação do resistor de descarga

SCR de Desativação do Resistor de Descarga

Conecte como mostrado na Figura 15. Desconecte o condutor do terminal 24 na caixa de controle e temporariamente conecte um jumper entre os pontos 13 e 24. Aplique de + 90 a 100 VDC no anodo do SCR. Nenhuma tensão deve ser medida, isto é uma indicação de que o SCR de desativação do resistor está defeituoso. Dentro de 1-2 segundos após ser aplicado + 45 a 50 VDC ao terminal 13, o SCR deve disparar, como constatado pelo aumento na tensão sobre o resistor. Esta tensão deve permanecer após a tensão de 45-50 Volts ser removida do terminal 13 (S1 aberta) e até que a tensão de 90-100 VDC seja removida (S2 aberta).

As vezes pode não existir corrente de travamento suficiente para um SCR em particular. Pode ser necessário a redução do valor do resistor de carga para 50 porcento para que o teste seja bem sucedido.

Uma caixa de controle que não possa executar todas as funções acima (Ativação de Campo, Ativação do Resistor de Descarga, Desativação do Resistor de Descarga) está defeituosa e deve ser substituída. No entanto, certifique-se que o SCR instalado no momento do teste esteja funcionando corretamente antes de descartar a caixa de controle.

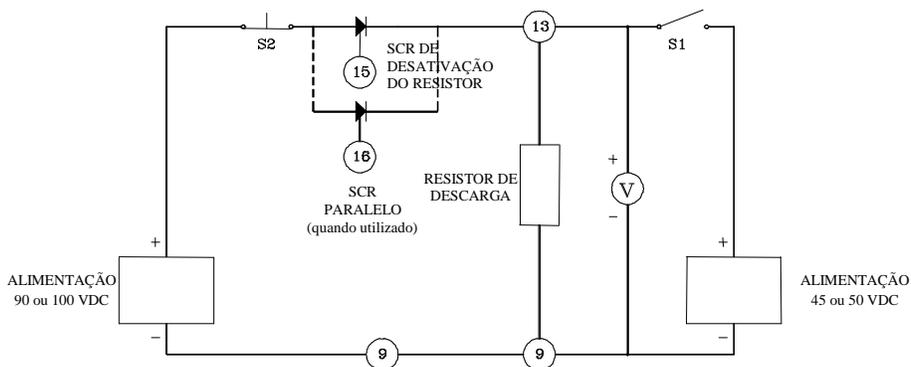



Fig. 15. Conexão de teste do SCR de desativação do resistor de descarga

Teste do Resistor de Descarga

Deve ser verificado a resistência correta do resistor de descarga, preferencialmente com uma ponte dupla. Se a resistência correta não for conhecida, entre em contato com a fábrica para obter o valor. Os resistores de descarga que estão abertos ou com a resistência anormalmente alta devem ser substituídos.

O resistor de descarga está conectado entre os pontos 13 e 9. A conexão para 9 (ou F1) normalmente é feita em comum com a conexão do condutor F1 ao campo do motor.

Cada um dos três condutores que conectam o campo do motor e o resistor de descarga ao conjunto do retificador, podem ser constituídos por mais de um cabo.

É importante que o condutor comum ao campo do motor e o resistor de descarga seja conectado ao terminal negativo (F1 ou 9) do conjunto retificador. A inversão das conexões F1 e F2 fará com que o resistor de descarga fique fora do circuito.

Inicializar o motor com esta conexão incorreta pode resultar em falha dos semicondutores e/ou caixa de controle.

Reconexão Após o Teste

Ao concluir os testes, certifique-se de restaurar todas as conexões que foram removidas nos parágrafos "Preparação" e "SCR de Desativação do Resistor de Descarga" sob a seção intitulada "Teste de Campo do Conjunto Retificador M-2".

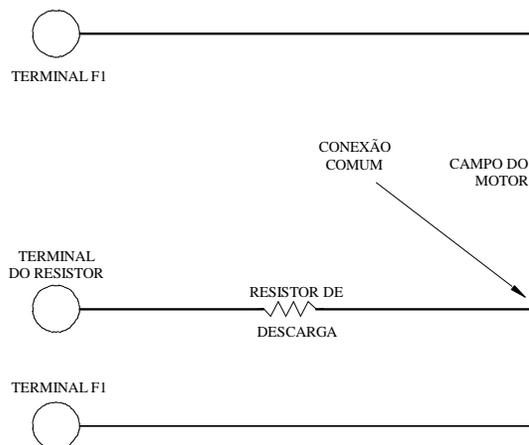



Fig. 16. Conexão do Resistor de Descarga

Descrição do Rotor

Geral

Um conjunto típico de rotor de máquina síncrona quando são utilizados anéis coletores e 6 pólos e acima está ilustrado na Figura 1.

Rotores síncronos possuem dois enrolamentos distintos. Os pólos do campo DC estão conectados eletricamente juntos e organizados para formar uma série de pólos norte-sul ao redor do motor. O fluxo gerado pelos pólos de campo se alinha com o campo rotativo gerado pelo estator (armadura) para fazer com que o rotor gire em sincronismo com o campo de armadura (para motores). Para geradores, o campo rotativo acionado faz com que a armadura gere uma tensão entre seus terminais de saída.

O enrolamento amortecedor é uma conexão paralela de barras redondas no topo de cada pólo de campo conectada juntamente por um anel completo em cada extremidade. Em um gerador síncrono, o enrolamento amortecedor funciona como um enrolamento amortecedor para reduzir a tendência dos geradores em oscilar quando operados em paralelo com outros geradores e para reduzir o desequilíbrio de tensão entre as fases quando o gerador está alimentando cargas trifásicas desbalanceadas. Este também deve ser capaz de aceitar altas correntes e o calor resultante durante certas condições limitadas de curtos-circuitos.

Em um motor síncrono, o enrolamento amortecedor funciona como um enrolamento de partida e um enrolamento amortecedor quando operando em sincronismo. Durante a partida, o enrolamento amortecedor atua semelhantemente a um motor em forma de gaiola. Para algumas aplicações como compressores alternativos, o enrolamento amortecedor limita as pulsações de corrente no estator e no sistema de energia. Para aplicações LCI, o enrolamento amortecedor blinda o enrolamento de pólos contra os efeitos de várias harmônicas presentes no estator a partir da fonte de alimentação.

Os pólos do rotor são montados a partir de lâminas individuais de aço laminado mantidas juntas sob compressão com tampas laterais e prisioneiros ou rebites. As barras amortecedoras são inseridas no topo. Cada pólo está isolado com mica e enrolado com esmalte ou esmaltada sobre capa de poliéster e filamentos de vidro sobre os condutores de cobre. Um componente de epóxi termofixo é utilizado para preencher e selar as espiras de campo enroladas.

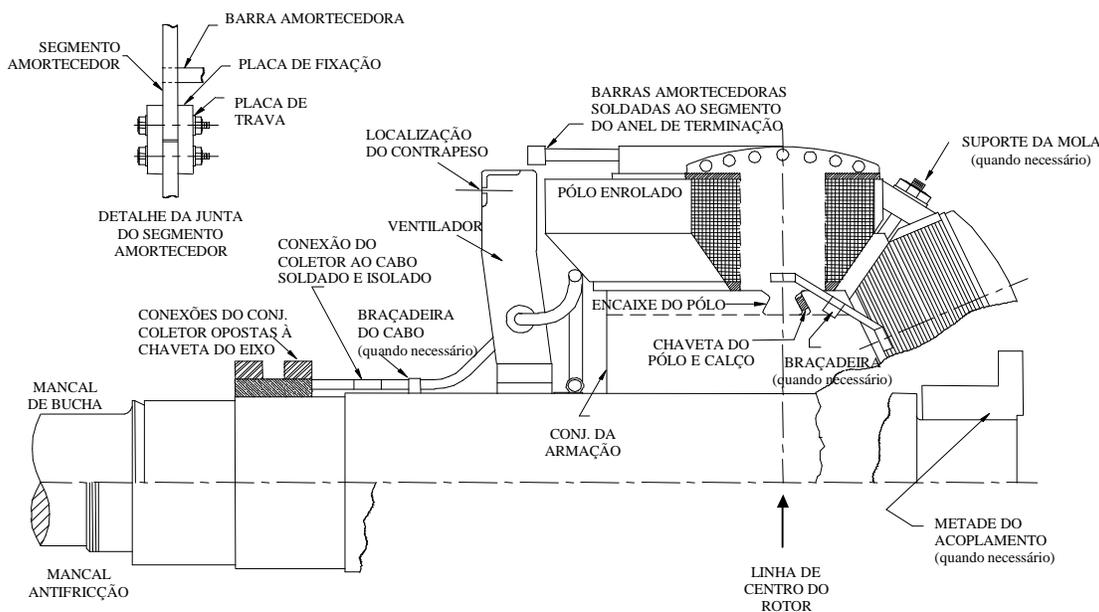



Fig. 1 Rotor Síncrono

O eixo é usinado a partir de uma barra redonda ou uma peça forjada. Em máquinas de quatro pólos, é utilizada uma peça forjada como eixo, uma armação e aberturas "T" são usinadas no corpo retangular para a montagem dos pólos. Para máquinas de seis pólos ou mais, o eixo é uma seção circular e a armação é um conjunto de lâminas de aço com aberturas "V" para cada pólo mantidas juntas em compressão com pinos e porcas. A armação montada é aquecida e encaixada a quente no eixo usinado.

Chavetas cônicas são cravadas no encaixe T ou V para assegurar que cada pólo esteja firmemente preso ao eixo ou armação. Os anéis de conexão do enrolamento amortecedor são soldados com latão às barras do amortecedor e todas as conexões de circuito interpolar são soldadas com latão. O rotor completo é tratado com um processo de cura rotativa que utiliza uma resina epóxi sem solventes.

Ventiladores de fluxo axial são montados em ambas as extremidades do eixo com um ressalto de ajuste externo aos anéis de conexão do amortecedor. Os ventiladores axiais pressurizam o ar de ventilação para forçá-lo através das passagens de ar da máquina.

Manutenção do Rotor

Geral

Os passos necessários de desmontagem exigidos para inspecionar as extremidades do enrolamento do estator também permitem a inspeção das extremidades do rotor síncrono. Portanto, ambas as inspeções devem ser feitas durante a mesma desmontagem. Quando o rotor estiver completamente removido (em uma menor freqüência), todos os enrolamentos do rotor estão disponíveis para inspeção. As instruções de desmontagem para remoção do rotor estão cobertas na seção intitulada "Manutenção do Núcleo". A construção de rotor tratada na seção intitulada "Descrição do Rotor" deve ser revista antes da inspeção do enrolamento do rotor.

Qualquer acúmulo de sujeira ou partículas nas extremidades de ventilação da bobina, suportes da bobina e superfícies expostas do enrolamento de campo devem ser removidas com um aspirador de pó equipado com uma haste plástica como descrito para a limpeza dos enrolamentos do estator. Se os enrolamentos de pólo do rotor estiverem cobertos com óleo ou graxa, outros métodos serão necessários, como limpeza a vapor e estufa. Consulte a Assistência Técnica General Electric mais próxima. Não deve ser utilizada a limpeza com solvente.

Se a unidade tiver sido aplicada, instalada e operada conforme as informações do Manual de Instruções relativo a base, alinhamento, classificação, carga de inércia (WK2 somente para motores), freqüência de partidas (somente para motores), cargas de fase desequilibradas (somente para geradores) e condições máximas de curto-circuito projetadas (somente para geradores), é pouco provável que seja encontrado qualquer problema significante com o rotor. No entanto, é importante executar uma inspeção periódica para confirmar que a máquina ainda esteja em sua condição "como construída".

Após a limpeza dos enrolamentos do rotor, as aberturas de ventilação na extremidade dos enrolamentos de pólo e os espaços entre os pólos do rotor visíveis a partir das extremidades, devem estar livres de acúmulos de sujeira, materiais estranhos, óleo e graxa que possam ter sido carregados para dentro da máquina pelo ar de ventilação. As seguintes áreas devem ser inspecionadas por sinais de trincas: juntas com soldas de latão nos anéis da extremidade do amortecedor, soldas de conexão pólo-a-pólo e os encaixes cravados (nas extremidades do pólo). As chavetas de pólo do rotor devem ser verificadas por afrouxamentos. Se um pólo solto for encontrado, devem ser feitas verificações adicionais por chavetas desgastadas, aberturas de encaixe desgastadas ou movimento do enrolamento amortecedor.

Porcas ou cabeças de parafusos no rotor, como os blocos de suporte de conexão do condutor pólo-a-pólo, contrapeso e braços de suporte lateral da bobina devem ter as placas de travamento dobradas para cima para evitar que a porca ou cabeça do parafuso se soltem. As placas de travamento devem ser substituídas se removidas durante a desmontagem.

As barras e anéis do enrolamento amortecedor não devem mostrar sinais de dobra ou desgaste térmico.

A isolação do condutor de campo, através do furo do condutor deve ser verificada com um megôhmetro de no máximo 500 Volts para assegurar que as extremidades não estejam aterradas no eixo.

> ***CUIDADO:*** *DESCONECTE OS TERMINAIS DO RETIFICADOR (SE FORNECIDO COM EXCITADOR) OU LEVANTE AS BUCHAS DOS ANÉIS (SE FORNECIDO COM COLETOR) ANTES DA MEDIÇÃO COM O MEGÔHMETRO.*
> *A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.*

O ressalto do ventilador e anel de suporte dianteiro (se fornecido) não deve mostrar sinais de folga circunferencial ou de movimento axial no eixo.

Caso exista qualquer um dos itens relacionados acima, é importante solicitar a ajuda de um perito e que as correções sejam feitas. Esta ajuda pode ser obtida em uma Assistência Técnica General Electric mais próxima.

Manutenção do Núcleo

Geral

Um acesso limitado ao diâmetro externo do núcleo do estator pode ser obtido pela remoção das placas de cobertura em cada lateral da carcaça próxima aos pés. É possível um acesso adicional quando a cobertura superior é removida. No entanto, para acessar o diâmetro interno do núcleo do estator e para um acesso significante ao núcleo do rotor, o rotor deve ser removido do estator.

Remova o rotor do estator como segue:

1. Desengate o motor do equipamento acionado.
2. Remova as tampas laterais e mancal de acordo com as seções intituladas "Mancal da Extremidade Acionadora" e "Mancal da Extremidade Oposta". Remova a tampa lateral removendo os parafusos que a prendem à carcaça e desloque-a axialmente para fora. Remova a metade inferior do defletor de ar. Note que ao remover os mancais, é necessário levantar o rotor temporariamente em cada extremidade para aliviar o peso do rotor no mancal.
3. Neste ponto, com ambos os mancais removidos, a parte inferior do rotor estará apoiada no diâmetro interno do estator. Para a remoção e subseqüente reinstalação do rotor, é importante manter o rotor nivelado e livre de interferências com o diâmetro interno do estator e mover o rotor na direção axial com muito cuidado.
4. As superfícies do eixo devem ser protegidas por uma cobertura de borracha ou outro material igualmente adequado.
5. Selecione um tubo de aço resistente de tamanho adequado para se encaixar sobre o eixo, na extremidade oposta. O diâmetro interno do tubo deve simplesmente encaixar sobre o eixo adjacente ao corpo do rotor.
6. Posicione os cabos sobre o tubo de aço e sobre a parte do eixo adjacente na extensão do eixo. Levante o rotor de modo que este fique livre do diâmetro interno do estator em todos os pontos. Este içamento deve ser feito cuidadosamente e em pequenos incrementos para evitar bater na parte superior do estator.

   CUIDADO: *NÃO USE CABOS OU TUBOS ÁSPEROS QUE POSSAM DANIFICAR AS SUPERFÍCIES USINADAS.*
   A FALHA NA OBSERVAÇÃO DESTAS PRECAUÇÕES PODE RESULTAR EM DANOS AO EQUIPAMENTO.

7. Mova o rotor axialmente através do diâmetro interno do estator até que o cabo na extremidade acionadora atinja a carcaça. Neste ponto, parte do corpo do rotor estará visível na extremidade oposta da unidade. Através de ajustes sucessivos e cuidadosos dos cabos, utilizando três cabos se necessário, e através de blocos adequados sob o rotor exposto, o rotor deve ser movido axialmente até que este esteja livre do estator. Durante toda a operação de remoção do rotor, deve ser tomado muito cuidado no posicionamento dos cabos e blocos sob o rotor exposto de modo a não ter qualquer carga desbalanceada que possa causar uma rotação inesperada para cima ou para baixo. Todas as partes devem estar protegidas do ambiente durante todo o período de desmontagem, inspeção e remontagem.
8. Com o rotor e ambas as metades do defletor de ar removidas, as espiras do estator e as cunhas de abertura do estator estão acessíveis para limpeza e inspeção. Consulte a seção "Inspeção e Manutenção do Enrolamento do Estator" na página 23.

   A inspeção do núcleo do estator deve incluir uma limpeza completa dos dutos de ar radiais. Utilize um aspirador de pó industrial com uma haste ou ponta de plástico e uma abertura transversal que produza uma velocidade razoavelmente alta. Aplique a ponta da mangueira sobre as aberturas retangulares formadas pela interseção dos dutos de ar radiais e as cunhas de abertura. Com uma escova de nylon engatada na ponta da mangueira do aspirador, limpe toda a área do diâmetro interno.
9. A superfície do núcleo do rotor e os dutos de ar radiais devem ser limpos como descrito anteriormente para o núcleo do estator. As aberturas de ar axiais, em toda a extensão do núcleo do rotor, também deve ser limpa pela inserção da mangueira do aspirador em e através das aberturas de ar. Uma vez que os anéis da extremidade do rotor e ventiladores estão acessíveis com o rotor removido, estes devem ser limpos e inspecionados como descrito na seção intitulada "Manutenção do Rotor".

Identificação das Partes

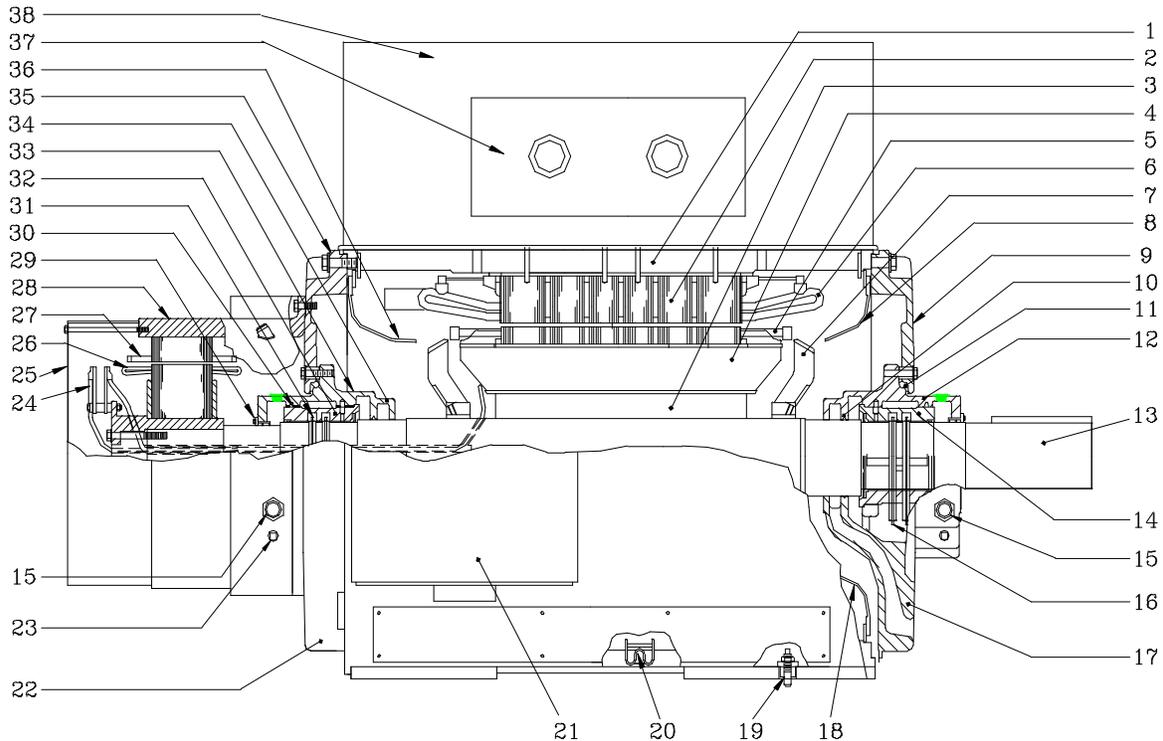



Fig. 1 Visão Geral - Mancal de Bucha

1. Carcaça do estator
2. Lâminas do estator
3. Coroa magnética
4. Enrolamento dos pólos de campo
5. Enrolamento amortecedor
6. Enrolamento do estator
7. Ventilador
8. Metade superior do defletor de ar
9. Metade superior da tampa lateral
10. Selo interno (quando utilizado)
11. Guarnição da tampa lateral (quando utilizado)
12. Capa superior do mancal
13. Eixo
14. Alojamento do mancal
15. Indicador de nível de óleo
16. Anel de óleo
17. Metade inferior da tampa lateral
18. Metade inferior do defletor de ar
19. Pino guia
20. Aquecedor
21. Caixa do conduíte
22. Metade inferior da tampa lateral
23. Dreno do alojamento
24. Conjunto retificador
25. Tampa lateral da excitatriz
26. Enrolamentos da armadura da excitatriz
27. Enrolamentos de campo da excitatriz
28. Carcaça da excitatriz
29. Selo externo
30. Isolação do mancal
31. Anel de óleo
32. Alojamento do mancal
33. Capa superior do mancal
34. Selo interno
35. Metade superior da tampa lateral
36. Metade superior do defletor de ar
37. Trocador de calor água-para-ar
38. Conjunto da cobertura superior

Geral

Paras auxiliar na identificação das partes da máquina, é apresentada uma visão geral da Figura 1. Cada parte está identificada por um número de identificação.

O uso desta visão geral permite a fácil identificação de cada parte da máquina. Quando solicitar peças de reposição ou peças para reforma, inclua a identificação desta publicação e o código, juntamente com o modelo e número de série da máquina.